



3 1761 u/ooz81 4



*Dr. H. Blankenhorn.*









*Handwritten signature: Dr. R. K. K. K.*

*Dr. R. K. K. K. Co. Berlin, Germany*

G  
Fest.

# FESTSCHRIFT

FERDINAND FREIHERRN VON RICHTHOFEN

ZUM SECHZIGSTEN GEBURTSTAG

AM 5. MAI 1893

DARGEBRACHT

VON SEINEN SCHÜLERN



122944  
61712

BERLIN 1893

GEOGRAPHISCHE VERLAGSHANDLUNG DIETRICH REIMER

INHABER: HOEFER & VOHSEN



Hochverehrter Herr Professor!

Ihre akademischen Schüler von Bonn, Leipzig und Berlin bitten Sie, die in diesem Band vereinigten Abhandlungen am heutigen Tag als Festgabe gütig entgegennehmen zu wollen. Wir sind uns des bescheidenen Werts dieser Gabe wohl bewußt; sie kann und soll nur ein Ausdruck des tiefen Dankgefühls sein, das unser aller Herzen Ihnen gegenüber bewegt.

Wir haben diese Form des Danks gewählt, denn sie entspricht dem, was wir Ihnen vor allem schulden: unserer Einführung in die wissenschaftliche Arbeit der modernen Geographie. Die Verschiedenartigkeit der Richtungen, nach denen sich die hier gebotenen Untersuchungen wenden, wird Ihnen den wissenschaftlichen Charakter Ihres Geographischen Colloquiums widerspiegeln; sie bezeugt, wie vielseitige Anregung von Ihnen ausgeht, und ist ein

Beweis dafür, wie sehr Sie stets Sorge tragen, daß jeder Ihrer Schüler nach seiner Eigenart frei sich entwickele.

Aber noch ein anderes Zeugnis vermag das Buch zu geben. Daß Sie nach gethaner Arbeit Ihre Schüler auch zu geselligem Kreis um Sich zu sammeln wissen, schafft in unvergeßlichen Stunden froher und edler Anregung innige persönliche Beziehungen zwischen ihnen, weit über die akademischen Jahre hinaus. Dieser dauernde Zusammenhalt hat es ermöglicht, uns, zum Teil aus weiter Ferne, so vollzählig zur Herausgabe dieser Festschrift zu vereinigen; auch ihm ist ein Teil der hohen Freude zu danken, die unser Unternehmen von Anfang bis zu Ende getragen hat.

Sehen Sie endlich, hochverehrter Herr Professor, in dieser Gabe neben unserm Dank auch den Ausdruck unserer herzlichsten Wünsche für die reichen Jahre des Wirkens, die noch vor Ihnen liegen, Deutschlands Wissenschaft zur Ehre, Ihren Schülern zu unverlierbarem Segen.

O. Baschin in Berlin.

Dr. R. Beck in Leipzig.

A. Berson in Berlin.

Dr. M. Blanckenhorn in Erlangen.

Dr. August von Böhm in Wien.

Dr. A. Born in Berlin.

Dr. G. von dem Borne in Berlin.

Dr. A. Brauer in Berlin.



|   |  |
|---|--|
| Prof. Dr. W. Busch in Leipzig.              | Dr. F. Lampe in Berlin.                              |
| Dr. O. Clauss in Franckenthal.              | Dr. H. Lenck in Leipzig.                             |
| C. Thompson Conger, z. Z. in<br>Berlin.     | Dr. E. Lentz in Berlin.                              |
| P. Dinse in Berlin.                         | G. Lieder, z. Z. in Ost-Afrika. †                    |
| Dr. K. Dove, z. Z. in Süd-Afrika.           | Prof. Dr. F. Löwl in Czerno-<br>witz.                |
| Dr. E. von Drygalski, z. Z. in<br>Grönland. | Dr. H. Mack in Braunschweig.                         |
| Dr. Léon Du Pasquier in Neu-<br>châtel. †   | Chr. Maerz in Löbau.                                 |
| Fr. Ebel in Berlin.                         | W. Meinardus in Hamburg.                             |
| Dr. A. Ebeling in Berlin.                   | O. Mercklinghaus in Cöln.                            |
| Dr. K. Ehrenburg in Würzburg.               | Dr. L. Mollwo in Lübeck.                             |
| G. Eschmann in Berlin.                      | Dr. F. Mumme in München.                             |
| Dr. Hans Fischer in Leipzig.                | Prof. Dr. L. Neumann in Frei-<br>burg i. Br.         |
| Heinrich Fischer in Berlin.                 | Henry Yule Oldham, M. A., in<br>Manchester.          |
| Prof. Dr. F. Frech in Breslau.              | H. Panckow in Berlin.                                |
| Dr. G. Froehlich in Berlin.                 | Dr. A. Philippson in Bonn,<br>z. Z. in Griechenland. |
| Dr. J. Früh in Zürich.                      | Dr. R. Pöhlmann in Santiago de<br>Chile.             |
| Dr. K. Futterer in Berlin.                  | Dr. F. Prowe in Thorn.                               |
| K. Graske in Berlin.                        | Prof. A. Raveneau in Paris.                          |
| Dr. Ed. Hahn in Berlin.                     | Dr. A. Rehmann in Lemberg.                           |
| Dr. K. Hassert, z. Z. in Wien.              | P. Ritter in Berlin.                                 |
| Dr. Sven Hedin in Stockholm.                | Dr. M. von Rohr in Berlin.                           |
| Dr. A. Hettner in Leipzig.                  | Dr. C. Rohrbach in Gotha.                            |
| Dr. R. Hintz in Berlin.                     | Dr. J. Sachs in Kalifornien.                         |
| Prof. Dr. J. Hoič in Agram.                 | Dr. Chr. Sandler in München.                         |
| K. Jimbo aus Tokio, z. Z. in Berlin.        | Dr. A. Schenck in Halle.                             |
| Dr. W. Jumpertz in Schlogwitz.              | A. W. Schleicher in Berlin.                          |
| Dr. F. Kemsies in Berlin.                   | Dr. G. Schott in Berlin.                             |
| W. Komischke in Berlin.                     | R. Schulze in Berlin.                                |
| Prof. Dr. A. von Krassnoff in<br>Charkow.   | O. Schwarz in Berlin.                                |
| Dr. K. Kretschmer in Berlin.                |  |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Dr. R. Sieger in Wien.   | Dr. H. Traut in Frankfurt a. M. |
| Dr. M. Simon in Auerbach i. V.                                 | O. Thulesius in Bremen.         |
| Dr. F. Stade, z. Z. in Grönland.                               | W. Volz in Potsdam.             |
| W. Stahlberg in Steglitz.                                      | Dr. G. Wegener in Berlin.       |
| Dr. Stosz in Berlin.   | Dr. K. Weule in Wallmoden.      |
| Dr. W. Tesdorpf in Königsberg.                                 | Dr. E. Würzburger in Dresden.   |
| E. Tiessen in Berlin.  | Dr. C. Wuttke in Breslau.       |
| Dr. P. Freiherr Rausch von Trau-<br>benberg in St. Petersburg. | Dr. Zeise in Berlin.            |
|  | Dr. E. Zollinger in Basel.      |



Die Redaktion dieser Festschrift hält es außerdem für eine angenehme Pflicht, der Firma **Dietrich Reimer** an dieser Stelle warmen Dank zu sagen, für Ihr hochsinniges Verständnis und opferwilliges Entgegenkommen, das so wesentlich zur glücklichen Durchführung des Werkes beigetragen hat.



# I n h a l t. \*)

|  | Seite |
|--|-------|
| Dr. Alfred Philippson in Bonn: Über die Typen der Küstenformen, insbesondere der Schwemmlandsküsten . . . . .  | I     |
| Dr. Erich von Drygalski, z. Z. in Grönland: Ein typisches Fjordthal . . . .  | 41    |
| Dr. Robert Sieger in Wien: Zur Entstehungsgeschichte des Bodensees. [Mit einer Kartenskizze] . . . . .   | 55    |
| Dr. Fritz Frech in Halle a. S.: Die Tribulaungruppe am Brenner in ihrer Bedeutung für den Gebirgsbau. [Mit acht Abbildungen und zwei Kärtchen]   | 77    |
| + Dr. Max Blanckenhorn in Erlangen: Die Strukturlinien Syriens und des Roten Meeres. Eine geotektonische Studie. [Hierzu eine Karte und eine Tafel mit Profilen] . . . . .   | 115   |
| Henry Yule Oldham, M. A. F. R. G. S. in Manchester: The discovery of the Cape Verde Islands. [Mit einer Karte]. . . . .  | 181   |
| Dr. Alfred Hettner in Leipzig: Regenverteilung, Pflanzendecke und Besiedelung der tropischen Anden. [Mit zwei Karten]. . . . .   | 197   |
| Dr. Gerhard Schott in Berlin: Über die Dimensionen der Meereswellen. [Nach eigenen Beobachtungen. Hierzu zwei Tabellen]. . . . .   | 235   |
| Dr. Konrad Kretschmer in Berlin: Die Kosmographie des Petrus Candidus Decembrius . . . . .   | 267   |
| Dr. Hans Steffen in Santiago de Chile: Beiträge zur Topographie und Geologie der andinen Region von Llanquihue. Mit einem petrographischen Anhang von Dr. R. Pöhlmann [in Santiago]. Bemerkungen über Gesteine aus Llanquihue. [Dazu zwei Karten]. . . . . | 307   |
| Dr. Carl E. M. Rohrbach in Gotha: Zur mathematischen Behandlung geographischer Probleme . . . . .  | 345   |
| Dr. Hans Fischer in Leipzig: Ost-Asien. [Mittlerer Maßstab 1 : 10 000 000. Hierzu als Begleitwort: Zur Karte von Ostasien] . . . . .   | 363   |
| Dr. Eduard Hahn in Berlin: Zur wirtschaftlichen Stellung des Negers . . .  | 371   |
| Dr. Georg Wegener in Berlin: Die Entschleierung der unbekanntesten Teile von Tibet und die tibetische Centralkette . . . . .   | 385   |

---

\*) Die Arbeiten sind angeordnet nach der Reihenfolge des Einlaufs bei der Redaktion.



Über  
die Typen der Küstenformen,  
insbesondere der Schwemmlandsküsten.

---

Von  
Dr. Alfred Philippson.  
Bonn.







## Einleitung.

Nur in seltenen Fällen finden wir eine Form oder Erscheinung der Erdoberfläche durch eine einzige Kraft oder auch nur durch eine einzige zusammengehörige Gruppe von Kräften allein verursacht und in ihrer Gestalt bedingt. Noch seltener ist dies bei ganzen Kategorien von Formen und Erscheinungen — Thälern, Seen, Wüsten und dergl. — der Fall. Versuche, solche Kategorien, wie z. B. die Thäler, in ihrer Gesamtheit nur durch ein einziges Agens, wie durch Spaltenbildung, oder durch Erosion des fließenden Wassers, ein für allemal zu erklären, sind fast stets mißglickt und tragen von vornherein den Stempel der Unvollständigkeit. In den allermeisten Fällen kommt eine große Anzahl von verschiedenartigen Agentien sowohl für die einzelne Form, als noch mehr für die ganze Formen-Kategorie in Betracht. Aus dieser Vielheit der wirkenden Kräfte und Bedingungen, die sich nirgends auf der Erde an einem Orte in ganz derselben Wiederholung zusammenfinden, wie an einem andern Orte, sondern in ihrem gegenseitigen Verhältnis von Ort zu Ort und von Zeit zu Zeit wechseln, entsteht die ungeheure Mannigfaltigkeit der Formen, die wir auf der Erdoberfläche antreffen. Es kommt daher fast nirgends an zwei Orten zur Wiederholung ganz derselben Form, sondern höchstens, bei Ähnlichkeit der wirkenden Kräfte, zur Entstehung ähnlicher Gebilde.

Die Formen und Erscheinungen der Erdoberfläche lassen sich also nicht in fest begrenzte Arten einteilen, deren einzelne Individuen für die Betrachtung einander gleich gesetzt werden können, die dagegen von Art zu Art scharf geschieden wären, so daß sich also alle Einzelformen unzweifelhaft einer oder der andern Art zuteilen ließen — sondern die einzelnen Formen gehen stets durch Mischformen, welche die Eigenschaften verschiedener Formen-Gruppen in sich vereinigen, in einander über.

Es ist nun die Aufgabe der Allgemeinen Geographie, in dieses Gewirre von Formen Ordnung zu bringen, das Ähnliche mit dem Ähnlichen zu vergleichen, das Verschiedene dagegen auseinander zu halten, und die Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten der Formen auf Ähnlichkeit oder Verschiedenheit der wirkenden Kräfte zurückzuführen. Wir müssen also aus den vielen Kräften, welche auf eine Gruppe ähnlicher Formen einwirken, diejenigen herausfinden, welche in allen einzelnen Fällen gleicherweise eingewirkt haben, denen also die Ähnlichkeit der

Formen zuzuschreiben ist; und andererseits müssen wir ermitteln, welche Kräfte bei verschiedenen Formen fehlen oder in anderer Weise, in anderem Kräfteverhältnis zur Wirkung kommen. Wir haben, mit anderen Worten, aus den zahlreichen wirkenden Kräften diejenige Kraft zu isoliren und in ihrer Wirkungsweise zu betrachten, welche bestimmte wesentliche Eigenschaften einer Form hervorbringt. Wir gelangen so durch vergleichende Betrachtung der beobachteten Formen und der sie bedingenden Agentien zur Feststellung bestimmter Typen unter den verschwimmenden Formenreihen. Jeder derartige Typus enthält diejenigen Eigenschaften rein und ungemischt, die nur durch eine Kraft (oder eine zusammengehörende Gruppe von Kräften) hervorgerufen werden. Solche Typen können auch in der Natur wirklich vorkommen, wenn thatsächlich auf eine Form nur die betreffende Kraft eingewirkt hat; sie brauchen aber nicht in vollständiger Reinheit vorhanden zu sein, indem ja fast überall verschiedene Kräfte zusammenwirken. Aber meist wird eine bestimmte Kraft die anderen an Wirksamkeit übertreffen, und infolgedessen wird sich fast jedes einzelne Gebilde mehr oder weniger einem der durch Abstraktion gewonnenen reinen Typen annähern.

Die Aufstellung solcher Typen, welche dem Alleinherrschen eines bestimmten Agens entsprechen, und die Benennung dieser Typen ist eines der wichtigsten Hilfsmittel, eine der fruchtbringendsten Methoden der Allgemeinen Geographie, und sie wirkt auch auf die Länderkunde in hohem Grad fördernd ein. Denn die Feststellung solcher genetischer Typen, nach denen die einzelnen Naturkräfte hinarbeiten, ermöglicht uns, die zusammengesetzten Formen auf einfachere zurückzuführen und ihre Ursachen zu verstehen; sie erleichtert es daher, die Verteilung der ähnlichen Formen auf der Erde aus der Ähnlichkeit der jeweilig wirkenden Kräfte zu erklären, die örtliche Verteilung dieser Kräfte selbst und die Gesetze ihrer gegenseitigen Beeinflussung zu erkennen; sie giebt uns schliesslich feste Gesichtspunkte, wonach wir die einzelnen Formen (also die Gegenstände der Länderkunde) in Bezug auf ihre Entstehung beurteilen können.

Die Bedeutung derartiger Typen für die Morphologie der Erdoberfläche lässt sich vergleichen mit der Rolle der einfachen Formen der Krystallssysteme. Die zahlreichen Flächen, welche an einem krystallisirten Mineral, oft in verwickelter und verwirrender Kombination auftreten, lassen sich nach bestimmten Gesetzen auf einige einfache Formen zurückführen, deren Flächenlage für die Lage der in der Kombination auftretenden Krystallflächen maßgebend ist. Wie für das Verständnis des kombinierten Krystalls die Kenntnis der einfachen Formen unentbehrlich ist, selbst wenn letztere, wie das oft genug der Fall ist, für sich allein in der Natur gar nicht oder nur selten vorkommen — so sind auch die morphologischen Typen für die Erkenntnis der kombinierten Formen der Erdoberfläche unentbehrlich, die uns in verwirrender Fülle entgegentreten.

Eine Einteilung der Erscheinungen und Formen nach genetischen Typen bezweckt also nicht eine Einschachtelung und Einzwängung aller Einzelfälle in

schubkastenähnliche Abteilungen mit scharfen künstlichen Grenzen — ein Bestreben, das in der Allgemeinen Erdkunde noch weniger als in anderen Wissenschaften einen Erfolg haben kann — sondern es bezweckt, die komplizierten Ursachen der verwickelten Einzelformen durch Zurückführung der letzteren auf einfache Grundformen erkennbar zu machen. Dabei müssen wir uns stets bewußt bleiben, daß die Einzelfälle sich dem einen oder anderen Typus meist nur annähern, daß sie oft auch unentschieden zwischen zwei Typen in der Mitte stehen und Mischformen bilden, wenn sich verschiedene Kräfte bei ihrer Herausbildung die Wage halten. Aber gerade das Verständnis solcher Mischformen wird am meisten dadurch erleichtert, daß wir uns über die einfachen Typen klar werden, zwischen denen sie schwanken. Gegen diese Methode ist eine spöttelnde Kritik, wie sie zuweilen gegen die Einteilungs- und Benennungssucht der Geographen gerichtet worden ist, durchaus unberechtigt. Es ist eine Methode, die in anderen Naturwissenschaften seit lange geübt wird, und deren Übertragung auf die Geographie nichts im Wege steht, wenn wir dabei beachten, daß sie nicht Endzweck, sondern nur Mittel zu dem Zweck ist, die ursächliche Verkettung der Erscheinungen auf der Erdoberfläche zu erkennen. Ferner dürfen wir die Typen nicht nach einem Merkmal aufstellen und so die Erscheinungen nach einem künstlichen System einteilen, sondern wir müssen jeden einzelnen Typus in allen seinen wesentlichen Eigenschaften in Betracht ziehen.<sup>1)</sup>

Es ist in erster Linie das Verdienst des Meisters, dem diese Sammlung von Aufsätzen gewidmet ist, daß diese Methode der Aufstellung morphologischer Typen in der Geographie die gebührende Beachtung gefunden hat. Vor allem in seinem «Führer für Forschungsreisende» hat er für eine große Zahl von Formengruppen die wichtigsten Typen aufgestellt; er hat dadurch in hohem Grad anregend gewirkt und die Grundlage geschaffen, auf der weiter gebaut werden kann und muß. Es dürfte daher die vorliegende Studie, die einen solchen Ausbau für eine Formen-Gruppe, nämlich für die Küstenformen bezweckt, nicht ganz ungeeignet erscheinen, in dieser Festschrift einen Platz zu finden. Der Verfasser beabsichtigt nicht, wesentlich neues Material an Einzelercheinungen beizubringen, sondern nur, die wichtigsten Typen der Küsten, besonders der Schwemmlandsküsten, präziser und systematischer aufzustellen und die für diese Typen maßgebenden Kräfte in kurzen Zügen zu skizzieren. Der Umfang, der diesem Aufsatz vorgeschrieben werden mußte, gestattet nicht, eine große Zahl von Beispielen für die einzelnen Typen zu schildern, auch nicht, die bisherige Litteratur über diesen Gegenstand erschöpfend zu behandeln. Der Verfasser bittet deshalb um Nachsicht, wenn er nicht alle von anderen übernommenen Gedanken durch Citate belegt.

---

<sup>1)</sup> Vergl. zu diesen Ausführungen die Einleitung in A. Hettner's anregendem Aufsatz: «Die Typen der Land- und Meeresräume», Ausland 1891, No. 23 u. 24.

### Definition der Küste.

Die Küste ist, streng genommen, eine Linie, nämlich die Grenzlinie zwischen der Oberfläche des Festen und der Oberfläche des Meeres. Als Linie hat sie nur eine Dimension, und besitzt daher auch nur eine Kategorie von Eigenschaften: ihren Verlauf in der Horizontalebene (genauer in der Geoid-Fläche), wie wir ihn in Karten zur Darstellung gebracht sehen. Es ist klar, daß wir, um eine fruchtbringende Betrachtung der Küsten anzustellen, diese strenge Definition verlassen und eine mehr oder weniger breite Zone zu beiden Seiten der Küstenlinie mit einbeziehen müssen. Dadurch wird die Küste zur Fläche, die als ein Saum von sehr verschiedener Breite das Land umzieht.<sup>1)</sup> Diese Küstenfläche umfaßt einen Streifen der subaërischen sowohl wie der submarinen Oberfläche des Erdfesten zu beiden Seiten der Küstenlinie, dessen Gestaltung verursacht ist durch die Kräfte, welche an der Küstenlinie wirksam sind und von dieser bedingt werden oder sie bedingen. Die Grenze der Küstenfläche liegt also jedesmal dort, wo das durch die Faktoren der Küstenbildung bedingte oder den Küstenverlauf bedingende Relief übergeht in das von der Küste unabhängige Relief des festen Landes einerseits, des Meeresbodens andererseits.

### Haupteigenschaften der Küste.

Durch die Auffassung der Küste als Fläche gewinnen wir, neben dem Verlauf in der Horizontalebene oder der Küstengliederung eine zweite wichtige Kategorie von Eigenschaften, das Profil der Küste. Nach jeder dieser beiden Hinsichten kann man die Küsten betrachten. In Bezug auf den Verlauf erhalten wir die Begriffe der ungegliederten und der mehr oder weniger gegliederten Küste, in Bezug auf das Profil den Hauptunterschied von Steil- und Flachküste. Aber eine getrennte Betrachtung des Verlaufes und des Profils ist undurchführbar, da beide in einer innigen ursächlichen Wechselbeziehung zu einander stehen; zu einem bestimmten Typus des Küstenverlaufes gehört in der Regel ein bestimmter Typus des Profils und umgekehrt. Beide Kategorien von Eigenschaften zusammen charakterisiren erst die Küstengestalt eines jeden einzelnen Küstenabschnittes. Eine Einteilung der Küsten nur nach einem dieser Gesichtspunkte, nach Profil oder Verlauf, würde eine künstliche, einseitige sein. —

### Unterscheidung der allgemeinen und speziellen Küstengestalt.

Ehe wir in die Betrachtung der Küstenformen eintreten, müssen wir uns der wichtigen Unterscheidung zwischen der allgemeinen und der speziellen

<sup>1)</sup> Vgl. Weule, Beiträge zur Morphologie der Flachküsten. Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. VIII. 6—8. Weimar 1891. S. 215.



Küstengestalt<sup>1)</sup> bewußt werden. Diese Unterscheidung gilt nicht nur für die Gliederung (den Verlauf), sondern auch für das Profil, also für die gesamten Eigenschaften der Küste. Ich vermeide daher den Ausdruck allgemeine und spezielle Küstengliederung. — Die allgemeine Küstengestalt begreift die großen Züge des Verlaufes und der Natur der Küsten, wie sie sich uns z. B. auf einer Karte kleinen Maßstabes darstellen, und ihr Verhältnis zu der Tektonik des Ländergebietes, das sie umschließen. Die spezielle Küstengestaltung dagegen begreift die feinere Ausgestaltung der Küste im Einzelnen, den vielfachen Wechsel der Formen innerhalb des allgemeinen Charakters, wie wir ihn auf spezielleren Karten erkennen. Denn nur selten bleibt die Beschaffenheit einer Küste, so bestimmt sie auch bei einer allgemeinen Übersicht hervortreten mag, im Einzelnen überall dieselbe; fast überall zeigt sie im Kleinen zahlreiche Abweichungen, welche um den allgemeinen Charakter gleichsam wie um eine feste Mittellinie schwanken. Wenn wir z. B. die Westküste Südamerikas vom 18. bis zum 42.<sup>o</sup> südl. Breite als Ganzes betrachten, so müssen wir sie als eine auffällig geradlinige Steilküste von annähernd meridionaler Richtung, welche durch die Richtung der Andenkette bestimmt ist, bezeichnen. Untersuchen wir sie aber im Einzelnen, so finden wir unzählige Abweichungen von dem geradlinigen Verlauf wie von der Steilheit. Bogenförmige Buchten gliedern die Küstenlinie, kleine Schwemmlandebenen bewirken hier und da Flachküsten-Strecken. Sie alle summieren sich aber doch zu jenem einfachen Gesamtbild, welches durch die Einzelgestalt nicht an Richtigkeit einbüßt. Denn die ursprüngliche, primäre Gestalt der Küste ist in der That die einer im Großen geradlinigen Steilküste; sie ist nur im Einzelnen durch die von außen eingreifenden oder «exogenen» Kräfte umgeformt.

So stellt die allgemeine Gestaltung einer größeren Küstenstrecke eigentlich nur das Mittel dar zwischen all den kleinen einzelnen Küstenstrecken von abweichender Natur, aus der sie sich zusammensetzt; ja wir können uns z. B. eine im Allgemeinen geradlinige Küste vorstellen, die auf keiner einzelnen Teilstrecke in ihrem Verlauf wirklich geradlinig ist. Nur selten, bei ganz besonders einförmiger und einfacher Küstengestalt, fallen beide Begriffe zusammen.

Diese Unterscheidung zwischen allgemeiner und spezieller Küstengestalt mag auf den ersten Blick künstlich und nur von dem angewandten Größenmaßstab der Betrachtung abhängig erscheinen: es liegt ihr aber eine tiefere genetische Ursache zu Grunde. Denn beide Arten der Küstengestalt sind vielfach ganz unabhängig von einander, weil sie meist von ganz verschiedenen Agentien bestimmt werden. Die allgemeine Küstengestalt wird in der Regel durch endogene Faktoren, sei es durch die Tektonik (durch Faltengebirge, Brüche, Begrenzung der großen Schollen, vulkanische Massen), sei es durch Niveauschwankungen zwischen

---

<sup>1)</sup> «Große, primäre oder kontinentale Gliederung — kleine, sekundäre oder Küstengliederung» nach Hettner, l. c. — Vgl. auch meinen «Peloponnes». Berlin 1892. S. 508.

Meer und Land, also Untertauchen, bezüglich Auftauchen ganzer Erdräume veranlaßt. Die Einzelgliederung ist dagegen meist das Werk exogener Kräfte (der Atmosphäre und Hydrosphäre), welche die ursprüngliche, von den endogenen Kräften geschaffene Küstenform um- und ausgestalten. Natürlich ist nicht ausgeschlossen, daß auch tektonische Vorgänge bei der speziellen Ausgestaltung mitwirken, wie andererseits auch die allgemeine Küstenform durch Abrasion bedingt sein kann. Wenn also die allgemeine Gestaltung der Küsten auch auf ihre spezielle Formung von großem Einfluß ist, indem sie dieser ihre Wege weist, so muß man doch die Ursachen beider getrennt untersuchen und darstellen.

In der Praxis wird die Feststellung der Grenze zwischen allgemeiner und spezieller Küstengestalt nicht immer leicht sein. In vielen Fällen hält man sich dabei am besten an die Entstehung, indem man die durch die großen Züge der Tektonik bedingten Formen der allgemeinen, die Erosions- und Anschwemmungsgebilde dagegen der speziellen Gestaltung zurechnet. In Griechenland und Italien z. B. sind die größeren Golfe tektonischen Ursprungs und gehören daher zur allgemeinen Gestalt; ihre Umrisse setzen sich aber im Einzelnen aus einem Wechsel von bogenförmig eingebuchteten Steilufern und kleinen Schwemmlandsebenen zusammen: diese sind sekundärer Entstehung und gehören daher zur speziellen Küstengestalt.

Die exogenen Kräfte sind es also in erster Linie, welche die feinere Ausarbeitung und Gliederung der rohen, durch die Tektonik gelieferten allgemeinen Umgrenzungslinien des Festlandes bewirken. Durch diese spezielle Ausgestaltung der Küstenformen wird der Typus einer jeden Küste und besonders ihr Einfluß auf die menschlichen Siedelungen und den Verkehr in hervorragender Weise bedingt. Dieselben, durch exogene Kräfte hervorgebrachten speziellen Formen können an Küsten auftreten, welche den verschiedensten tektonischen Ursprung haben, und ebenso können tektonisch gleichwertige Küsten die verschiedensten Formen annehmen, wenn die exogenen Agentien an ihnen verschieden sind.

Die spezielle Küstengestalt breitet sich wie ein feiner Schleier über die primären, allgemeinen Formen aus, durch den die letzteren aber immer hindurchscheinen. Je nach der größeren oder geringeren Dichte dieses Schleiers erscheint im einen Fall die allgemeine, im andern die spezielle Gestaltung maßgebender für den Typus der Küste.

### Küstenbildende Agentien.

Auf die Küstengestalt wirken eine Anzahl von exogenen Kräften ein, welche der Küste eigentümlich sind, dagegen sowohl im Binnenlande wie auf dem Meeresboden entweder gar nicht oder doch in anderer Art vorkommen. Die durch diese Kräfte geschaffenen Formen treten daher nur an der Küste auf. Wir werden weiterhin näher auf diese eigentlichen littoralen Agentien, wie wir sie kurz nennen wollen, eingehen; hier wollen wir nur vorgreifend bemerken, daß



die wichtigsten derselben sind: die Meeresbrandung, die Gezeiten und die Thätigkeit der in das Meer mündenden fließenden Gewässer. Diese littoralen Agentien fehlen nirgends ganz; sie treten aber in sehr verschiedener Stärke auf. Sie bewirken vornehmlich die speziellen Küstenformen, wogegen sie für die allgemeine Küstengestalt an Wichtigkeit hinter den Agentien zurückstehen, welche mit der Küste selbst zunächst nichts zu schaffen haben, da sie entweder im Erdinnern, oder im Binnenlande oder am Meeresboden ihren Sitz haben. Diese küstenfremden Agentien sind die primären Küstenbildner. Alle Küsten sind in ihrer ersten Anlage durch diese küstenfremden Agentien verursacht, da ja die littoralen Kräfte erst eingreifen können, nachdem die Küste schon besteht. Es fragt sich nur, ob die primäre Küstengestalt noch unversehrt erhalten, oder von den littoralen Agentien verwischt worden ist; danach richtet sich der heutige Typus der speziellen Küstengestalt.

### Isohypsenküsten.

Demnach haben wir unter den zahlreichen vorkommenden und denkbaren Küstentypen zwei große Abteilungen zu unterscheiden. In der einen kommen vorwiegend die küstenfremden Kräfte, in der andern die littoralen Kräfte zum Ausdruck; in der ersteren ist die primäre Küstengestalt noch unverwischt, in der letzteren ist sie bereits umgestaltet. Die ersteren Küsten sind, wenn sie rein auftreten, nur Isohypsen des Reliefs des Erdfesten. So mannigfaltig die Reliefformen des Erdfesten, so mannigfaltig sind natürlich auch die Formen dieser Isohypsenküsten. Je nach den Kräften, denen das Relief des Erdfesten im Einzelfall seine Entstehung verdankt, unterscheidet man tektonische Küsten, Aufschüttungsküsten, Ingressionsküsten und Meeresgrundküsten. Bei all diesen Küsten ist ihre Eigenschaft als Küste nur durch die augenblickliche Höhenlage der Reliefform bedingt: ändert sich die Höhenlage, so hört die bisherige Küstenlinie auf, eine solche zu sein, ohne daß die Reliefform selbst sich wesentlich geändert zu haben braucht. Dies gilt nicht allein von den Ingressions- und Meeresgrundküsten, sondern auch von den tektonischen und Aufschüttungsküsten. Ob z. B. der Boden eines tektonischen Senkungsfeldes auf dem festen Lande oder unter Meer liegt, hängt nicht von den wesentlichen Ursachen und Formen des Senkungsfeldes ab, sondern nur von einem oft geringfügigen Höhenunterschied: sinkt der Boden um ein Gewisses ein, so kann das bisher festländische Senkungsfeld überschwemmt werden, die Umrisse des Senkungsfeldes werden dann zur Küstenlinie, ohne daß sich darum das Senkungsfeld selbst wesentlich verändert hätte. Ebenso bei einer Küste, die durch den Bruchrand einer großen Scholle bestimmt wird; hier ist nicht der Bruchrand selbst unmittelbar die Ursache der Küste, sondern erst seine Höhenlage im Meeresniveau. — Da nun die Reliefformen des Erdfesten so ungemein mannigfaltig sind, dazu noch jede beliebige Isohypse jeder Reliefform Küstenlinie sein kann, so ist die Mannigfaltigkeit dieser Isohypsen-

küsten ungemein grofs. Ihre Formen lassen sich daher weit schwieriger unter allgemeine Gesichtspunkte bringen, als die durch littorale Agentien bedingten Küsten, da ja jedes einzelne dieser littoralen Agentien wenigstens nach einem bestimmten Schema arbeitet. Während sich also die letzteren, durch littorale Agentien gestalteten Küsten in wenige Haupttypen unterscheiden lassen, die sich überall auf der Erde wiederholen, hat fast jede Strecke der Isohypsenküsten ihren eigentümlichen Charakter.

Wir wollen uns mit diesen Isohypsenküsten nur ganz kurz beschäftigen.

Die tektonischen Küsten sind wohl zum gröfsten Teil Bruchküsten. Die Umrandung der Festlandssockel sowohl, wie die der meisten Mittelmeere werden augenscheinlich durch grofse Brüche bestimmt, während die unmittelbare Entstehung von Küsten durch Faltung kaum beobachtet wird. Denn, wo selbst die Küste der Außenseite eines Faltengebirges folgt, wie z. B. die Ostküste Italiens, sehen wir sie doch durch Absinken an Brüchen verursacht, wie sie sich im Tertiär des Apenninenrandes zeigen, nur dafs diese Brüche eben dem Faltengebirge parallel laufen. Gelegentlich streichen auch die Faltenzüge einmal gegen eine solche Küste quer aus, ohne dafs diese ihre Richtung wesentlich veränderte. Auch die Westküste Amerikas mufs, obwohl sie dem Andengebirge folgt, als Bruchküste angesehen werden: sie bildet den Rand des gröfsten Senkungsfeldes der Erde, des Grofsen Oceans. — Freilich hängt der Charakter der Küste nun wesentlich davon ab, ob das von ihr begrenzte Land gefaltet ist oder nicht, im ersteren Falle, ob die Küstenbrüche mit der Faltung des Gebirges zusammenhängen oder von ihr unabhängig sind. Es entstehen dann die Typen der neutralen Schollenküsten, der Beckenrandküsten, der Längsküsten, der Quer- und Diagonalküsten von Richthofen's.<sup>1)</sup> Diese Typen sind in ihren Erscheinungsformen wesentlich verschieden, namentlich in Bezug auf ihr Verhältnis zu ihrem Binnenland, in Hinsicht der Verschllossenheit oder Zugänglichkeit, wie dies von Richthofen (a. a. O.) auseinandergesetzt hat.

Eine zweite Klasse der durch küstenfremde Agentien gebildeten Küsten sind die (nicht-littoralen) Aufschüttungsküsten; darunter nehmen die durch vulkanische Aufschüttung gebildeten Küsten mit sehr verschiedenen Formen die erste Stelle ein; daneben sind die aus Glacialschutt bestehenden Küsten, wenn die Anhäufung dieses Schuttes, nicht spätere Erosion, ihre Formen bedingt, zu erwähnen.

Eine weit bedeutendere Rolle spielen die Ingressions- oder Überspülungsküsten. Sie werden durch das Untertauchen einer erodirten Landoberfläche unter den Meeresspiegel, ohne wesentliche tektonische Veränderung und ohne Umgestaltung durch littorale Agentien (Abrasion), hervorgebracht. Das erodirte Relief des festen Landes, nicht die tektonischen Linien, ist hier maß-

<sup>1)</sup> «Führer» S. 298 ff.

gebend für die Küste; die Thäler werden zu Meeresbuchten, die Höhen zu Halbinseln. Es ist wohl der formenreichste aller Küstentypen, da ja das erodirte Festlandsrelief so ungemein formenreich ist. Die von v. Richthofen aufgestellten Typen spezieller Küstengestalt: der Fjord-, Dalmatischen-, Rias-, Liman-, Skjären-, Cimbrischen Küsten liefsen sich noch bedeutend vermehren, wenn man noch mehr ins Einzelne gehen wollte. Diese Küsten haben eine grofse Verbreitung auf der Erdoberfläche: fast alle reich-gegliederten Gestade gehören hierher. Noch gröfser wird ihre Verbreitung, wenn wir diejenigen Ingressionsküsten hinzuzählen wollen, die durch littorale Agentien, besonders durch Abrasion und Anschwemmung, wesentlich umgestaltet sind. Auch für die allgemeine Küstengestalt hat die Ingression eine grofse Bedeutung, da manche Nebenmeere (Nord- und Ostsee) durch sie entstanden sind.

Dagegen sind die Meeresgrundküsten, bei welchen gehobener, unveränderter Meeresboden das Gestade bildet, verhältnismäfsig selten, wohl hauptsächlich deshalb, weil, nach beendigter Hebung, die littoralen Agentien sehr schnell die Formen des lockeren Meeresbodens umgestalten, dann auch, weil Hebung ohne Brüche überhaupt selten zu sein scheint. —

Wie schon gesagt, sind alle Küsten in ihrer ersten Anlage das Werk einer dieser küstenfremden oder primär küstenbildenden Kräfte. Sofort nach der ersten Anlage beginnen aber die littoralen Kräfte umgestaltend auf die Küste einzuwirken. Die eben geschilderten primären Typen können also im reinen Zustande nur an solchen Küsten vorhanden sein, die entweder noch zu junger Entstehung sind, als dafs sie schon umgewandelt sein könnten, oder wo die littoralen Kräfte überhaupt sehr geringfügig sind. Dies ist nun äufserst selten der Fall. Meist werden z. B. auch die Fjorde und Rias der Ingressionsküsten hier und da etwas durch die Brandung ausgenagt werden, meist wird sich in ihrem Hintergrunde hier und da ein kleines Delta anbauen. Aber es giebt grofse Küstenstrecken, die sich den reinen Typen der Isohypsenküsten annähern, indem die littoralen Formen keine hervorragende Rolle spielen. Andere dagegen zeigen bereits die Kombination mit den durch die littoralen Kräfte geschaffenen Formen, wie Rias, deren Hintergrund mit Schwenmmland erfüllt ist, oder vulkanische Aufschüttungsküsten, die bereits die bogenförmigen Buchten der Abrasionsküste angenommen haben und dergl. Wieder andere Fälle sind bereits bis zur vollständigen Verwischung der primären Typen gediehen und nähern sich also den Typen an, welche die littoralen Agentien zu gestalten streben. Diesen wollen wir uns jetzt zuwenden.

### Die durch littorale Kräfte geschaffenen Küstentypen.

Von den exogenen Kräften, welche gestaltend auf die Küste einwirken, können wir zunächst diejenigen als wenig wichtig ausscheiden, welche unmittelbar aus der Atmosphäre thätig sind. Wind, spülendes Regenwasser, Temperatur-

schwankungen wirken auf die Gehänge der Küsten nicht wesentlich anders, als auf die Oberflächenformen des Binnenlandes; sie geben also für die eigentliche Formung der Küste — etwa mit Ausnahme der Dünenbildung, die aber nicht an die Küsten, sondern an das Vorkommen von Sand gebunden ist und daher auch im Binnenland stattfindet — kein entscheidendes Moment ab. — Von den eigentlichen littoralen Kräften wollen wir vorläufig die Gezeitenbewegung unbetrachtet lassen. Sie wirkt zwar unmittelbar sehr energisch ausgestaltend auf die Küste ein, durch die in engen Buchten, Meerengen und Flußmündungen hervorgerufenen Strömungen, aber diese Wirkungen sind örtlich begrenzt. Allgemeiner wirkt sie dadurch, daß sie das Niveau, in welchem die anderen littoralen Kräfte arbeiten, beständig nach auf- und abwärts verschiebt. Sie kompliziert dadurch die Erscheinungen sehr, so daß wir, um dieselben leicht zu übersehen, mit Vorteil vom gezeitenlosen Meer oder von großen Binnenseen ausgehen. So sind auch mehrere grundlegende Arbeiten über Küstenformen gerade an gezeitenlosen Meeren und an Binnenseen entstanden.<sup>1)</sup> Betrachten wir also die Thätigkeit der littoralen Kräfte im gezeitenlosen Meer. Dieselben teilen sich in 1. solche, welche vom Festland aus und 2. solche die vom Meer aus auf die Küste wirken (terrestrische und marine Kräfte).

Von den ersteren ist nur die Thätigkeit der Wasserläufe des festen Landes für die Küstenbildung von hervorragendem Einfluß. Sie kennzeichnet sich, im Gegensatz zu den marinen Kräften, dadurch, daß sie ihre Arbeit an einzelnen Punkten konzentriert und daher an diesen Punkten sehr beträchtliche Wirkungen hervorbringen kann, während dagegen die marinen Kräfte sich auf alle Punkte der Küstenlinie verteilen. Wenn auch die marinen Kräfte im Ganzen an Kraftentfaltung den terrestrischen weit voranstehen, so vermögen doch die letzteren durch ihre Konzentration jenen an einzelnen Stellen die Wage zu halten und sie sogar zu überwinden. Diese Stellen sind die Mündungen der kräftigen Flüsse. Überall auf der Erde, mit Ausnahme der eigentlichen Wüsten, münden in größeren oder kleineren Abständen Gewässer in das Meer. Fast überall ist daher dieser Faktor der Küstenbildung vorhanden, freilich in sehr verschiedener Stärke.

### Thätigkeit der Flüsse.

Die in das Meer mündenden Flüsse kerben meist die Küste bis auf das Meeresniveau ein. Sie öffnen daher Lücken in dem Küstenrand, die um so wichtiger sind, je höher und geschlossener im Allgemeinen die Küste ist. Diese Lücken

---

<sup>1)</sup> Cialdi, Cenni sul moto ondoso del mare e sulle correnti di esso, *Annali delle opere pubbliche e dell'architettura* V. Napoli 1855 und andere Schriften desselben Autors. — G. Hagen, *Handbuch der Wasserbaukunst*, III. Teil: Seeufer- und Hafenbau, Berlin, 2. Aufl. 1878–80. (Vornehmlich auf die Ostseeküste sich beziehend.) — Gilbert, *The topographic features of lake shores* (Vth ann. Report U. S. Geol. Survey), Washington 1885. — Ackermann, *Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee*, 2. Ausg., Hamburg 1891. — Th. Fischer, *Zur Entwicklungsgeschichte der Küsten*, Petermanns Mitteilungen 1885 S. 409 ff.



erleichtern, wie wir weiterhin sehen werden, örtlich das Eingreifen der Wellenabration und der Gezeitenströmungen, die hier schneller arbeiten können, als seitwärts von diesen Lücken; sie sind daher vielfach die Ursachen auch reicher horizontaler Gliederung der Küsten. Noch mehr tritt dies bei positiver Niveauverschiebung hervor, wenn die Lücken unmittelbar zu Meeresbuchten werden. Aber auch ohne dies, bei einfachem Verlauf der Küstenlinie, besitzt ein von Flüssen zerschnittener Küstenabhang eine ganz andere physische und anthropogeographische Bedeutung, als eine nicht zerschnittene Küste, selbst bei sonst gleicher Natur.

Noch weit bedeutsamer für die Küstengestalt sind die Ablagerungen, welche die Flüsse und Bäche an ihren Mündungen zu bilden streben.

Wenn ein Fluß in das Meer oder in einen See mündet, so wird seine Strömung durch das Aufstossen auf das ruhende Seewasser und durch das Aufhören des Gefälls auf der horizontalen Meeresoberfläche fast plötzlich, wenigstens innerhalb einer verhältnismäßig geringen Entfernung, still gestellt. Innerhalb dieser Entfernung muß der Fluß alles von ihm herabgeführte Material fallen lassen; und zwar bleibt alles Größere, auf dem Boden rollend Fortbewegte, sofort an der Mündung liegen, während der feinere Schlamm etwas weiter hinausgetragen werden kann. Aber auch dieser feinere Detritus schlägt sich sehr bald nieder, da, wie die Untersuchungen von Sidell und Brewer gelehrt haben, fein verteilte Sedimente im Meerwasser mit ungleich größerer Geschwindigkeit zu Boden sinken, als im süßen Wasser. Dieser plötzliche Niederschlag bewirkt also eine Anhäufung des Flußdetritus an der Flußmündung selbst. Bei fortwährender Zufuhr muß sich diese Anhäufung seawärts vorzubauen suchen. Dem wirken die marinen Kräfte entgegen, indem sie den Schutt fortzuschleppen und zu verteilen streben (s. u.). Wir setzen aber vorläufig, um zu einem reinen Typus zu gelangen, den theoretischen Fall, daß an einer Küste die marinen Kräfte gar nicht einwirken, also der Fluß seine Bauten frei und ungehindert ausführen kann. Dann wird sich vor der Flußmündung ein Schuttkegel, ein sogenanntes Delta vorbauen, das ein sehr sanftes Gefälle nach dem Meere zu, unter dem Meere eine etwas steilere Böschung besitzt. Die Grundform eines solchen sich frei ausbildenden Deltas ist ein Dreieck, welches seine Basis an der Küste hat, mit seiner Spitze dagegen in das Meer vorragt (Fig. 1.) An dieser Spitze mündet der Fluß; zuweilen setzt sie sich noch in zwei langen schmalen Dämmen meerwärts fort, an denen das Delta wächst; wie z. B. am Mississippi-Delta.

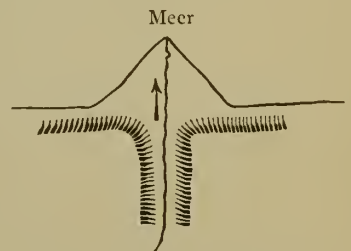


Fig. 1. Schema eines potamogenen Vorbaus (Delta).

Beim weiteren Vorbau des Deltas wird das Gefälle des Flusses zu gering und sein Wasser staut sich daher; oder aber der Fluß erhöht sein Bett über seine Umgebung; in beiden Fällen bricht der Fluß schließlich seitwärts durch. Der Fluß teilt sich dann auf dem Schuttkegel, oder

er verläßt seine alte Mündungsstelle an der Deltaspitze ganz. So bilden sich an den beiden Dreiecksseiten neue Mündungsstellen, an denen sich nun neue dreieckige Vorsprünge zweiter Ordnung ansetzen. (Fig. 2.) An diese können sich dann

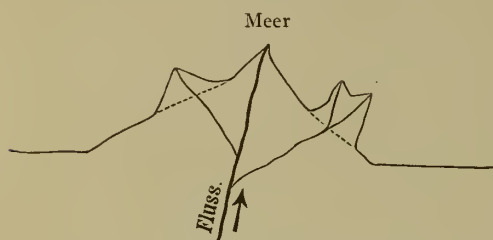


Fig. 2. Schema eines zusammengesetzten Delta-Vorbaus.

wieder Vorsprünge dritter Ordnung u. s. w. anheften. Auf diese Weise entstehen solche komplizierte Deltas, wie das des Mississippi oder des Atrato. (Vgl. Credner, die Deltas, Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft 56, Gotha 1878, Tafel I.)

Zwischen den einzelnen Vorsprüngen solcher Deltas liegen Buchten, welche, wenn die Vorsprünge lang hinauswachsen, eine limanartige, schlauchförmige Gestalt annehmen, wie z. B. Baratania und Timballier Bay im Mississippi-Delta. Sie unterscheiden sich aber von den echten Limanen dadurch, daß sie zwischen den vorgebauten Flußmündungen liegen, während umgekehrt die Limane trichterförmig erweiterte Flußmündungen selbst sind. Schreitet der Deltabau weiter vor, so können sich die Vorbauten zu beiden Seiten einer solchen Bucht nach aufsen zu vereinigen und so die Bucht vom Meer abschließen, so daß sie zu einem süßen Deltasee wird. Auch für diese Bildungen besitzt das Mississippi-Delta mehrere Beispiele, wie den Lake Ponchartrain. Diese Deltaseen, rings von fluvialtem Schwemmland umgeben, sind von den Lagunen zu trennen, welche zwar auch in Deltas sich bilden, aber vom Meere durch Nehrungen geschieden werden.

### Potamogene Küsten.

Diese nur von Flüssen aufgebauten Schwemmlandsbildungen wollen wir als potamogene Schwemmländer bezeichnen. Typisch für dieselben sind die dreieckigen Vorsprünge, in welchen die Flüsse münden, und zwar jeder Fluß an der Spitze eines Dreiecks, oder wenigstens in deren unmittelbarer Nähe.

Eine etwas andere Gestalt nehmen diejenigen Deltas an, welche sich im innersten Punkt einer Bucht ansetzen. Sie füllen zunächst die Bucht aus und werden in ihrer Form durch die Gestalt der Bucht bestimmt. Erst wenn diese angefüllt ist, können sie sich als freie Dreiecke verschieben. Aber auch innerhalb der Buchten mündet jeder Fluß oder Flußarm in einer vorragenden Spitze.<sup>1)</sup>

Zunächst bleiben die einzelnen, sich frei vorbauenden Deltas voneinander getrennt durch Strecken der primären, unveränderten Küste. Dies ist der Typus

<sup>1)</sup> Man verbindet mit dem Begriff Delta gewöhnlich die Vorstellung eines Schwemmland-dreiecks, dessen Spitze landwärts, dessen-Basis seewärts gerichtet ist, also gerade umgekehrt, wie wir es hier abgeleitet haben. Solche Deltadreiecke stellen aber nicht die reine Grundform dar, sondern sie erscheinen nur dann, wenn das Delta eine Meeresbucht ausgefüllt hat, oder wenn es durch die Thätigkeit der Wellen und Meeresströmungen am Weiterwachsen verhindert ist, was beides am Nil-delta zutrifft, von dem diese Vorstellung des Deltadreiecks ausgegangen ist.



der unvollendeten potamogenen Schwemmlandküste.<sup>1)</sup> (Fig. 3.) Sind die Mündungen einander nahe genug, und ist die Schuttfuhr der Flüsse lebhaft, so wachsen die Deltas scitwärts zusammen und bilden so eine kontinuierliche Schwemmlandküste. Der Typus dieser vollendeten potamogenen Schwemmlandküste ist also der folgende: einer primären Küste irgend welcher Art lagert sich ein Schwemmlandsstreifen vor, welcher eine Anzahl spitzer dreieckiger Vorsprünge in das Meer hinaussendet, von denen jeder eine — noch thätige oder ehemalige — Flußmündung einschließt; zwischen diesen Vorsprüngen

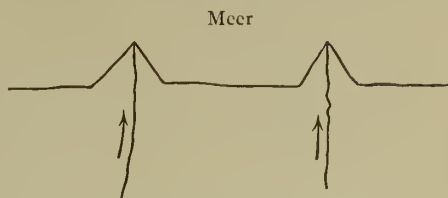


Fig. 3. Schema der unvollendeten potamogenen Schwemmlandküste.

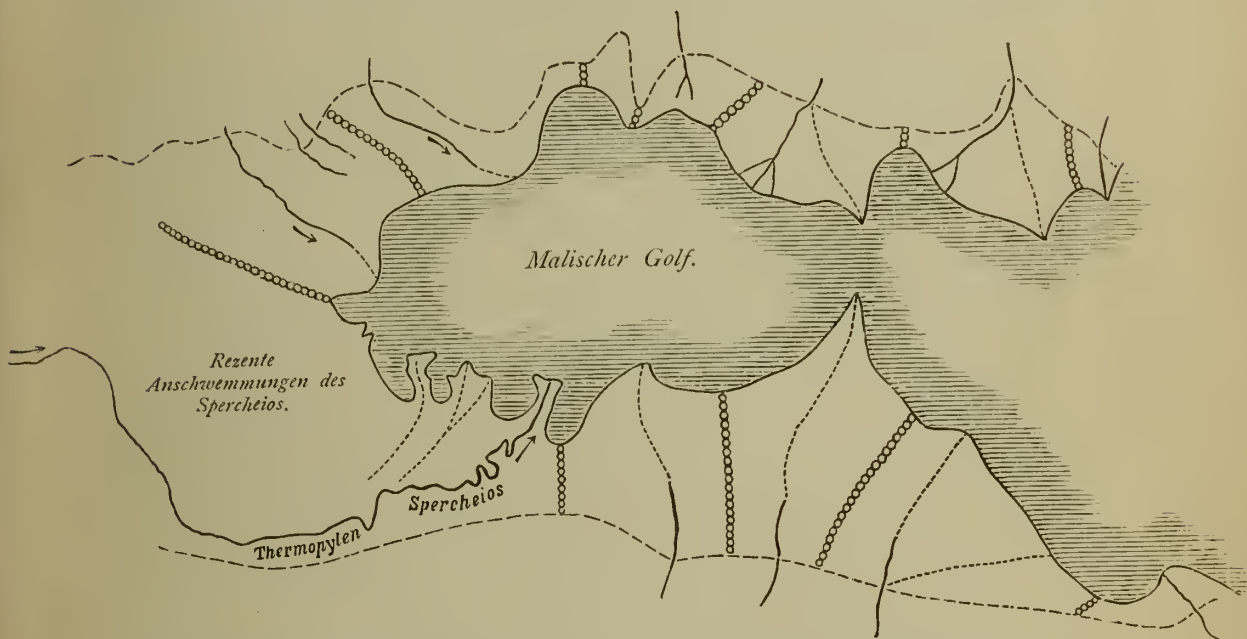


Fig. 4. Karte des Malischen Golfes in 1:200 000, als Beispiel vollendeter potamogener Küste.

----- Grenze des Alluviums gegen das Gebirge. Die kleinen Bäche erreichen jetzt gewöhnlich nicht mehr das Meer; die Zugehörigkeit der einzelnen Vorbauten ist durch punktierte Linien ..... angedeutet. ○○○○○○ Grenzen der einzelnen Schuttkegel.

greifen Einbuchtungen mit ebenfalls flachem Strand in das Land ein. — Unvollendete potamogene Küstenformen finden wir beispielsweise an den Küsten Kleinasiens (Deltas des Jeschil- und Kizil-Irmak, das Gediz, Menderes, Seihan und Djihan), und im großen Maßstab, freilich mit starker Beeinflussung der Formen durch marine Agentien, an der Küste Hinterindiens. Die Nordküste des Peloponnes, die Küste des Malischen Golfs (Fig. 4), die Westküste Albaniens besitzen Strecken vollendeter potamogener Küstenbildung.

<sup>1)</sup> Wir sagen anstatt Flachküste lieber Schwemmlandküste, weil auch Isohypsenküsten, z. B. Schollen- oder Ingressionsküsten, flach sein können, freilich mit ganz anderen Formen.

Unter der Voraussetzung gleichbleibenden Niveaus und beim Fehlen aller marinen Agentien müßte jeder Fluß mit der Zeit ein Delta aufschütten. Im Kampf mit diesen Agentien wird aber nur der schuttreiche Fluß den Sieg davon tragen können. Bei der Bildung potamogener Küsten ist daher nicht die Größe des Flusses, sondern sein verhältnismäßiger Schuttreichtum, besonders an groben Geröllen maßgebend für seine deltabildende Kraft. Daher sehen wir oft kurze, rasche Bergströme an einer steilen Gebirgsküste Schwemmland vorbauen, während manche große Tieflandsflüsse dies nicht vermögen; denn erstere sind ja noch reichlich mit grobem Gebirgsschutt beladen. Am ungünstigsten sind Flüsse, die Seen durchströmt haben, in denen sie ihren Detritus ablagern, wie z. B. die meisten Flüsse des Canadischen und Baltischen Schildes.

### Thätigkeit der marinen Kräfte. Thalassogene Küsten.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der marinen Kräfte über, welche an der Küste in Thätigkeit treten. Die durch diese erzeugten Formen wollen wir als thalassogene Küsten bezeichnen. Es handelt sich dabei um die Wirkungen der Bewegungen des Meerwassers auf die Küste, also sowohl der Wellen als der Strömungen.

Wir behandeln zunächst die Thätigkeit der Wellen für sich, indem wir eine gezeitenlose, von jeglichen Flusablagerungen freie Küste voraussetzen.

### Wellen-Abrasion.

Die Meereswellen üben bei ihrem Anprall auf die Küste eine große mechanische Kraft aus. Beim Anlaufen auf den seichteren Grund des Ufers und beim Überstürzen (Brandung) wird die Wellenbewegung des freien und tiefen Wassers, die ja nur ein Schwingen der Wasserteilchen um einen ruhenden Mittelpunkt ist, in eine Massenbewegung mit horizontaler Richtung umgesetzt.<sup>1)</sup> Jede einzelne Woge schleudert eine Wassermasse von verschiedener Größe und mit verschiedener Geschwindigkeit gegen das Ufer, und läßt sie gleich darauf zurückströmen. Bei beiden Bewegungen, dem Vorstoß und dem Rückfluß, wird eine beträchtliche Arbeit verrichtet. Die Krafteleistung der brandenden Wellen ist eine ganz ungeheure; sie steigert sich zuweilen bis zu einem Druck von 34,2 Tonnen auf 1 qm.<sup>2)</sup> Diese Kraft äußert sich zunächst zerstörend, abradierend. Die Wogen brechen feste Teile des Ufers los und nagen sich so allmählich eine Brandungsterrasse in den Felsen ein, welche die überragenden Partien zum Nachstürzen zwingt. Die losgebrochenen und herabgestürzten Teile werden auf der Brandungsterrasse hin und her gerollt, zerkleinert und geglättet; sie werden gegen die

<sup>1)</sup> Vgl. von Boguslawski und Krümmel, Handbuch der Oceanographie II, Stuttgart, 1877, S. 13 ff., S. 82 ff.

<sup>2)</sup> Ebendasselbst S. 99.

Hinterwand der Terrasse geschleudert und diese dadurch kräftiger angegriffen und rückwärts verlegt. Zugleich wird dadurch auch die Unterlage der Fläche der Terrasse selbst angegriffen, geglättet und tiefer gelegt, wie von Richthofen eingehend ausgeführt hat.<sup>1)</sup>

Die GröÙe der Wellenkraft, welche an der Küstenlinie in Thätigkeit tritt, hängt von mehreren Faktoren ab, von denen die wichtigsten sind: die GröÙe und die Richtung der ursprünglichen Wellen des tiefen Meers, von welchen sich die brandenden Wellen ableiten, dann die Tiefe und die Neigung des Untergrundes in der Nähe der Küstenlinie. Je länger die Wellen über seichten Ufergrund zu laufen haben, und je seichter dieser Grund ist, desto schwächer kommen sie an der Küstenlinie an.

Die Kraft der Wellen wird, ähnlich wie die eines Flusses, in zweierlei Weise benutzt: 1. zur Abrasion der Küste und der Strandterrasse, 2. zum Transport und zur Zerkleinerung des abradirten Schuttmaterials. Die abradirende Wirkung hängt also auch ab von der Inanspruchnahme der Wellenkraft durch den Transport der Geschiebe. Je gröÙer die Masse der Geschiebe und Trümmer ist, die auf der Küstenterrasse von den Wellen bewegt wird, ein desto gröÙerer Teil der Wellenkraft wird durch sie verzehrt, ein desto kleinerer Teil kann noch zur Abrasion benutzt werden. Eine große Anhäufung von Geschieben stellt die Abrasion still. Daher wächst mit der Höhe des Küstenabhanges über dem Meer die Schwierigkeit der Abrasion wegen des reichlichen Nachstürzens von Material. Ferner kommt auch die Widerstandskraft des Gesteines als ein sehr wichtiger Faktor hinzu, und zwar nicht bloÙs die Härte, sondern auch die Lagerung.<sup>2)</sup> Alle diese Faktoren der Wellenabrasion wechseln von Ort zu Ort, daher unterliegt auch diese selbst von Ort zu Ort dem Wechsel.

Zunächst ergibt sich aus diesen Faktoren, daÙ die Abrasion nicht unbegrenzt weiter gehen kann, sondern daÙ sie sich selbst mit der Zeit schwächt und schließlich aufhebt, ebenso wie es die Erosionskraft eines Flusses thut — vorausgesetzt, daÙ keine Niveauverschiebung eintritt. Denn mit dem Fortschreiten der Abrasion wächst die Breite der Terrasse; zugleich vermindert sich ihre seewärtige Neigung, verlangsamt sich ihre Tieferlegung (da bei gröÙerer Tiefe die Wellenwirkung am Boden immer geringer wird); dabei wächst in der Regel die Höhe des Küstenabfalls (da ja meist die Landoberfläche landeinwärts ansteigt), dadurch vermehrt sich die Masse des nachstürzenden Schuttes. Kurz, alle Bedingungen der Abrasion werden bei deren Fortschreiten immer ungünstiger. An jeder Küstenstelle wird also beim Landeinwärts-Schreiten der Abrasion diese verlangsamt und endlich ein Punkt erreicht, wo die Widerstände nicht mehr in endlicher Zeit von der Abrasion überwunden werden können. Die Entfernung dieses Endpunkts der

---

<sup>1)</sup> v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende, Berlin 1886, S. 336.

<sup>2)</sup> v. Richthofen, Führer etc., S. 341.

Abrasion von ihrem entsprechenden Anfangspunkt an der ursprünglichen Küstenlinie hängt von allen genannten Faktoren, besonders auch von dem Widerstand des Gesteins ab. Je gröfser dieser ist, in desto kürzerer Entfernung kommt *ceteris paribus* die Abrasion zur Ruhe. Da alle diese Bedingungen an den einzelnen Küstenpunkten verschieden sind, so ist es auch die Entfernung der einzelnen Endpunkte der Abrasion. Die Verbindungslinie aller einzelnen Endpunkte der Abrasion untereinander ist daher eine unregelmäßige krumme Linie. Wir wollen sie, analog der Erosionsterminante der Flüsse, als Abrasionsterminante der Küste bezeichnen. Sie ist also diejenige Küstenlinie, auf deren Ausgestaltung die Thätigkeit der Meereswellen hinarbeitet; ihre Lage ist durch die örtlichen Faktoren der Abrasion an jedem Küstenpunkte fest bestimmt, so lange diese Faktoren nicht durch fremde Ereignisse (Veränderungen des Niveaus, der Stärke und Richtung der Winde u.s.w.) selbst verändert werden. Liegt die Küste meerwärts von dieser Terminante, so findet Abrasion statt, und zwar um so energischer, je weiter der Abstand zwischen der augenblicklichen Küstenlage und der Terminante ist, um so langsamer, je mehr sich erstere der letzteren nähert. Liegt dagegen die Küste landwärts von der Terminante, so ist Abrasion nicht möglich, sondern nur Ablagerung. Natürlich kann die Küste in die letztere Lage nicht durch die Abrasion selbst gelangen, sondern nur durch küstenfremde Agentien, z. B. durch positive Niveaувerschiebung.

Was nun die thatsächliche Entfernung der Terminante von der Anfangsküste bei gleichbleibendem Niveau angeht, so würde sie sehr gering sein und daher kaum zur wesentlichen Umgestaltung der Küste genügen, wenn die Abrasion nur an der Küstenlinie allein und nur in horizontaler Richtung thätig wäre. Denn da ein beträchtliches Gefäll der Brandungsterrasse nach dem Meere zu Bedingung für eine weitere abradirende Thätigkeit ist, so könnte auch die gröfste horizontale Breite der Terrasse nicht beträchtlich sein. Nun findet aber eine Korrasion der Terrassenfläche selbst durch die Wellen und durch das von diesen bewegte scheuernde Material statt. Der Boden der Terrasse wird daher auch bei gleichbleibendem Niveau allmählich tiefer gelegt werden können, und dadurch wird wieder rückwirkend die weitere Landeinwärtslegung der Küstenlinie ermöglicht.<sup>1)</sup> Es ist nachgewiesen, dafs bei offenen Küsten die Wellen noch in 200 m Tiefe sich am Boden durch Hin- und Herbewegen der Wasser- und Detritusteilchen bemerkbar machen.<sup>2)</sup> Daher kann, wenn die Bedeckung mit Detritus nicht zu mächtig ist, die Brandungsterrasse bis zu ziemlich bedeutenden Tiefen erniedrigt

---

<sup>1)</sup> v. Richthofen, Führer, S. 340.

<sup>2)</sup> Boguslawski und Krümmel, a. a. O., S. 31, 90 ff. — v. Richthofen, a. a. O., S. 827. — Nach Cialdi (citirt bei Kovatsch, die Versandung von Venedig und ihre Ursachen, Leipzig 1882, S. 118) stoßen die Wellen des offenen Meeres bei 200 m, des Tyrrenischen Meeres bei 50 m, der Adria und des Kanals bei 40 m auf den Meeresboden auf und entwickeln dabei schon eine merkliche Transportkraft.



werden, und infolge dessen auch gröfsere Breite gewinnen, selbst ohne dafs man notwendig immer eine positive Niveauverschiebung annehmen mufs. So ist denn die Abrasion im Stande, eine immerhin beträchtliche Gliederung der Küste selbst bei konstantem Niveau hervorzubringen, wenn sie sich auch nie zur Abschleifung von ganzen Kontinenten steigern kann, ohne dafs diese sich senken.

### Thalassogene Abrasionsküste.

Wie ist nun der Küstentypus beschaffen, der durch die alleinige Thätigkeit der Wellen-Abrasion hervorgerufen wird?

Nehmen wir eine ursprüngliche geradlinige Hochküste (Fig. 5  $AB$ ) an. An dieser werden stets Differenzen in der Widerstandskraft des Gesteins und in den sonstigen Faktoren der Abrasion unregelmäfsig verteilt sein. Dies wird sich in einem unregelmäfsigen Verlauf der Abrasionsterminante ( $TT$ ) ausdrücken, die an den Punkten grössten Widerstandes oder kleinster Abrasionskraft ( $a, b, c$ ) der primären Küste näher, in den Punkten geringsten Widerstandes ( $\alpha, \beta$ ) am weitesten zurückliegt. Solche Punkte leichtester Abrasion sind vor Allem die Mündungen von Thaleinschnitten des festen Landes, denn an diesen sind die geringsten Gesteinsmassen zu entfernen — immer vorausgesetzt das Fehlen potamogener Anschwemmungen. An solchen Mündungsstellen selbst kleiner Thälchen und Runsen, welche die Küstenwand einkerben, kann daher die Abrasion am leichtesten angreifen und am schnellsten und weitesten vorschreiten. Sie bieten also selbst an sonst gleichartigen Küsten Stellen begünstigter Abrasion.

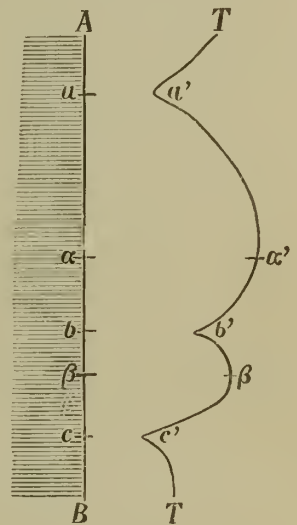


Fig. 5.

Mag nun die Ursache der ungleichen Abrasion sein, welche sie will: an Stellen begünstigter Abrasion ( $\alpha, \beta$ ) bilden sich bald Buchten, an Stellen der geringsten Abrasion Vorsprünge aus. Das Vorschreiten der Abrasion in den Buchten, daher auch die Form dieser Buchten, kann aber nicht ein ganz unregelmäfsiges sein, so unregelmäfsig auch die Widerstandsverhältnisse der einzelnen Punkte sein mögen; und zwar aus folgenden Gründen. Beim Eindringen der Wellen in eine Bucht erleiden dieselben an den beiden Seitenufern der Bucht eine Hemmung durch die Reibung an den Gestaden und an dem seichterem Ufergrund. Die Wellenkämme bilden daher beim Eindringen in eine beliebig gestaltete Bucht (Fig. 6)

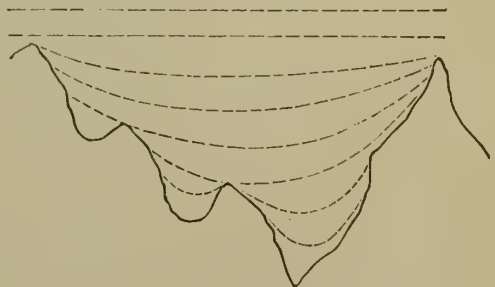


Fig. 6.

Kurven, welche nach dem Meere zu konkav sind. Ähnliche Kurven, wie die einzelnen Wellen, bilden die Linien gleicher Wellenstärke in der Bucht — sowohl im einzelnen Augenblick, als im Jahresmittel — d. h. in der Mitte der Bucht werden die Wellen eine gleiche Stärke noch weiter landeinwärts entwickeln, als an den beiden Seitenufeln, im Schutz der Vorgebirge. Dazu kommt, daß die Wellen in der Mitte der Bucht annähernd im rechten Winkel, an den Seitenufeln dagegen in spitzen Winkeln auftreten; letzteres ist natürlich für die Abrasionswirkung weit weniger günstig als ersteres. Infolge dessen kann die Abrasion auch nur Buchten ausgestalten, welche eine nach dem Meere zu offene Kurve bilden. Auch muß die Bucht immer eine gewisse Breite behalten; wird irgendwo ein schmaler Küsteneinschnitt, etwa in einer weichen Schicht, herausgerodirt, so kommt seine Weiterbildung sehr schnell zu Ende, weil in einer schmalen Bucht die Wellen durch Reibung an den Seitenufeln ihre Kraft sehr bald verlieren, namentlich, wenn der Einschnitt sich windet. Die Seitenufer unterliegen dann der seitlichen Erweiterung, und erst mit dieser schritthaltend kann auch der Hintergrund weiter abradirt werden; es entsteht also auch dann wieder eine breite Bucht.

Jedes schnellere Rückwärtsschreiten eines Küstenpunktes *a* (Fig. 7) vor den Nachbarpunkten *b* und *c*, wodurch also ein neuer Küsteneinschnitt entsteht, wird, wenn eine gewisse Maximaldistanz erreicht ist (im Punkte *a'*), stillgestellt durch die seitliche Hemmung der Wellen an den Seitenwänden des neu entstandenen Küsteneinschnittes *b a' c*, ferner durch die Reibung auf der bei *a'* stark verbreiterten Brandungsterrasse. Ein weiteres Rückschreiten von *a'* kann nur in demselben Maße erfolgen, als *b* und *c* rückwärts schreiten und als die Brandungsterrasse bei *a'* sich langsam vertieft, d. h. als sich die Isobathen der neuen Küstenform anschmiegen. Dies auf alle Küstenpunkte der durch Abrasion entstehenden Bucht angewandt, ergibt, daß die Form dieser Bucht eine gewisse nach dem Meer zu offene Kurve bilden muß. So regeln alle Punkte der Küstenlinie gegenseitig ihr Zurückweichen, ähnlich wie das Gefälle eines erodirenden Flusses an jedem Punkt von der Lage des nächst abwärts liegenden Punktes bedingt wird. Das Entstehen langer, schmaler Buchten, etwa von Fjorden, durch Wellenabrasion, ist nicht möglich, ebensowenig das Entstehen von beckenförmigen Buchten mit schmalen Eingang. Wo solche Formen auftreten, sind sie auf andere Weise — namentlich durch Untertauchen des Festlands — zu erklären.<sup>1)</sup>

Fig. 7.

Betrachten wir also die langsam zurückweichenden Punkte *a*, *b*, *c* in Fig. 5

<sup>1)</sup> Auch die Fjorde des südwestlichen Irland, die nach von Lasaulx (aus Irland, Bonn 1878. S. 87 ff.) und anderen durch Wellenabrasion gebildet worden sein sollen, lassen sich kaum darauf zurückführen. Auch sie sind besser als untergetauchte Thäler aufzufassen, welche schon auf dem Land den weicheeren Gesteinszonen folgten, was dann natürlich auch die sie erfüllenden Fjorde thun.



als unbeweglich, gleichsam als feste Basen der Abrasion, so bildet zwischen ihnen die durch die Meereswellen ausgearbeitete Küste eine nach dem Meer zu konkave Kurve von einer Gestalt, die von den örtlichen Faktoren der Abrasion abhängt: bei starker Abrasion ist sie stärker, bei schwacher Abrasion flacher gekrümmt. Die Gestalt der Kurve ist also sehr wechselnd, überschreitet aber in ihrem Umfang niemals den Halbkreis, sondern bleibt hinter demselben zurück. Bei einer Überschreitung des Halbkreises würden ja die Teile des Buchtumfanges zunächst den Kaps vor den Wellen überhaupt geschützt sein — die Wellen selbst können also eine solche Form nicht ausgestalten. Diese Kurve, welche, die Kaps als unbeweglich vorausgesetzt, als Endkurve der Abrasion angesehen werden kann, wird nur in demselben Maße überschritten, als die harten Vorgebirge *a*, *b*, *c* landeinwärts zurückweichen. Wohl können aber bei der Ausbildung der Buchtcurve wieder, innerhalb der Bucht, härtere oder weichere Küstenstellen getroffen werden: dann entstehen innerhalb der größeren Küstenkurve untergeordnete kleinere Kurven (Fig. 8).

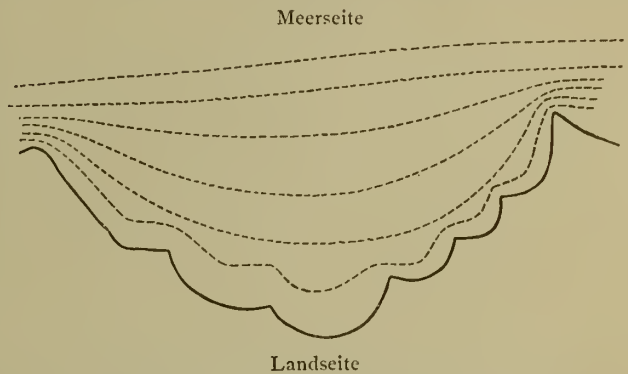


Fig. 8. Schema. (Die gestrichelten Linien sind Isobathen.)

Der Vorgang bei der Bildung einer thalassogenen Abrasionsküste ist also folgender: Zwischen je zwei langsam zurückweichenden Küstenpunkten schreitet die Küste schneller landeinwärts, bis sie eine nach dem Meere zu konkave vorläufige Endkurve erreicht hat, deren Krümmung von dem jedesmaligen Kraftverhältnis von Abrasion und Widerstand abhängt, aber den Halbkreis an Umfang meist nicht erreicht, ihn nie übertrifft. Gelegentlich bilden sich innerhalb der großen Kurve sekundäre kleine Kurven aus, für die dasselbe Gesetz gilt. Ist diese vorläufige Endgestalt erreicht, so kann die Küstenlinie nur noch langsam landeinwärts vorschreiten, nach Maßgabe der Zerstörung der harten Vorgebirge. Ist schließlich die allgemeine Abrasionsterminante der Küste erreicht, so hört das Landeinwärts-Wandern der Küste auf. Infolge der allmählichen Tieferlegung der Fläche der Brandungsterrasse durch die Erosion der Wellen werden auch die Isobathen des Meeresbodens in der Bucht in Kurven verlaufen, welche die Form der Uferlinie in abgeschwächtem Maße wiederholen. Je tiefer die Isobathe, desto geringer ist der Einfluss der Wellenbewegung auf sie, desto weniger wird sie daher von dem ungestörten Verlauf der Tiefenlinien des tiefen Meeres abweichen. Als größte Tiefe, bei welcher die Isobathen noch eine Ablenkung in die Abrasionsbuchten hinein zeigen können, ist 200 m anzusehen, gleichbleibendes Niveau vorausgesetzt.

Meist wird diese Tiefe aber viel geringer sein. Es giebt dies ein Unterscheidungsmerkmal gegen tektonische Golfe, welche natürlich viel tiefer sein können.



Fig. 9. Steile Abrasionsküste. Westseite des Golfs von Nauplia. Nach der britischen Admiralitätskarte. (Die punktierte Linie ist die Isobathe von 5 Faden).

Dies ist der Typus der thalassogenen Abrasionsküste, den wir an sehr vielen Küstenstrecken, namentlich des Mittelmeers, beobachten, oder der Typus der «halbkreisförmig aufgeschlossenen Steilküste» Th. Fischer's.<sup>1)</sup> In seiner reinen Form ist dieser Typus eine Steilküste, welche in zahlreichen spitz zulaufenden Vorgebirgen in das Meer vorspringt, zwischen denen sich bogenförmige Buchten eine neben der anderen öffnen. (Fig. 9.) Geradlinige Küstenstrecken sind selten und nur von kurzer Erstreckung. Die Entfernung der Vorgebirge voneinander, also die Öffnungsweite der Bucht, sowie der Krümmungsradius des Buchtufers sind sowohl absolut, als in ihrem gegenseitigen Verhältnis sehr verschieden. Erstere hängt von der Häufigkeit des Wechsels der Abrasionsbedingungen, letzterer von diesen Bedingungen selbst ab. Das Centrum des Bogens, welchen die Bucht bildet, liegt nie im Innern der Bucht; als Grenzfall ist anzusehen, wenn der Mittelpunkt in die Verbindungslinie der beiden Kaps fällt, wobei also die Bucht, eine gleichmäßige Krümmung vorausgesetzt, einen Halbkreis bilden würde. — Hierbei ist angenommen, daß die herrschende Wellenrichtung senkrecht auf die ursprüngliche

Küste stößt. Ist dies nicht der Fall, so bekommen die Buchten eine schiefe Richtung; die Bedingung des Nichtüberschreitens des Halbkreises gilt dann insofern, als man die auf die Wellenrichtung senkrechte Linie (*a b* Fig. 10), nicht

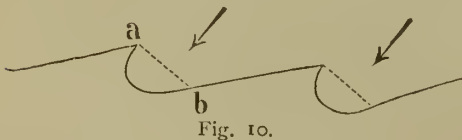


Fig. 10.

die Hauptrichtung der Küste, als Abschluss der Bucht ansieht. — Im Innern der Abrasionsbuchten mündet gewöhnlich ein Thaleinschnitt. Ist die Abrasion ihrem Ende nahe und daher nur noch in lang-

samem Vorschreiten begriffen, so flachen sich die Gehänge der Küste allmählich ab infolge der Abspülung durch das Regenwasser, und im Innern der Bucht zeigt sich der Ansatz eines schmalen Strandes (Strandküste mit Steilrand).<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Zur Entwicklungsgeschichte der Küsten, Petermann's Mitteilungen, 1885, S. 411.

<sup>2)</sup> v. Richthofen, Führer, S. 295.

Dieser Strand verbreitert sich allmählich, bis die Klippenwand nicht mehr von den höchsten Wogen erreicht wird. Dann ist die Abrasion zu Ende.

So häufig Formen auftreten, die sich diesem Typus nähern, so selten scheint er ganz rein vorzukommen. Die verschiedensten Verbindungen der Wellenabrasion mit anderen gestaltenden Kräften sind ja denkbar und lassen sich in der That beobachten. Namentlich häufig ist die Verbindung der Abrasion mit tektonischen Golfen (wie an der Westküste Italiens) oder mit positiver Strandverschiebung. Letztere verstärkt die Wirkung der Abrasion, indem sie die Terminante beständig landeinwärts versetzt; außerdem läßt sie hier und da das Meer in Festlandsthäler eintreten. Alle Übergänge zu den Ingressionsküsten sind dabei möglich, welche letzteren dann rein entstehen, wenn die Schnelligkeit der Strandverschiebung so groß ist, daß die Abrasion in keinem Niveau Zeit hat, beträchtliche Wirkungen auszuüben, oder wenn die Abrasion an sich gehemmt ist. — Kommen also an einer thalassogenen Abrasionsküste mit bogenförmigen Buchten einzelne tiefe, fjord- oder rias-ähnliche Buchten vor, wie dies in Griechenland häufig ist — auch die Buchten von Spezia, St. Tropez, Hyères, Toulon u. a. an der typischen Abrasionsküste der Riviera sind Beispiele — so sind diese, wenn nicht tektonischen Ursprungs, Zeichen einer positiven Strandverschiebung. Auch wenn bogenförmige Buchten den Halbkreis übertreffen, deutet dies darauf hin, daß positive Strandverschiebung die Abrasion unterstützt hat.

### Transport und Ablagerung durch die Wellen.

Die Meereswellen wirken nicht bloß abradierend, sondern auch transportierend und ablagernd. Wir sahen, daß der Transport nur eine andere Äußerung derselben Kraft ist, welche auch die Abrasion bewirkt, daß beide Äußerungen in gegenseitigem Wechselverhältnis stehen.

Der Küstenschutt ist an jeder Küstenstelle nicht nur an Menge, sondern auch an Korngröße sehr verschieden, da er nicht allein von der so sehr wechselnden Abrasion, sondern auch von den Flüssen dem Meere in allen Graden der Zerkleinerung überliefert wird. Durch die Wellenbewegung findet nun eine Aufbereitung und Sonderung des Detritus nach der Korngröße statt, und zwar zunächst in der Richtung rechtwinklig zur Küstenlinie. Setzen wir voraus, daß die Wellen genau in dieser rechtwinkligen Richtung auf die Küste treffen. An Stellen starker Abrasion und verhältnismäßig geringer Menge des Detritus kommt der sich fortwährend neu biluende Zerstörungsschutt auf der Brandungsterrasse nicht zur Ruhe. Er wird auf ihr hin und her getrieben, bis er klein genug geworden ist, um von dem Rückfluß der Wellen erfaßt zu werden. Bei starkem Wellengange bildet sich nämlich auf dem Ufergrund eine seewärts gerichtete Strömung, der «Sog»<sup>1)</sup>, welcher das von den Wellen auf das Ufer geworfene Wasser in

<sup>1)</sup> v. Boguslawski und Krümmel, a. a. O. II., S. 93, 98.

das Meer zurückführt. Da die Zerstörungsprodukte nur in geringer Menge im Wasser schweben, vielmehr meist auf dem Boden aufliegen, so sind sie, außerhalb der eigentlichen Brandung, dem Sog mehr ausgesetzt, als der landwärts gerichteten Bewegung der Wellen. Wenn daher die Brandungsterrasse nicht zu flach geböscht ist und dabei an ein tiefes Meer grenzt, der Detritus nicht zu massenhaft und genügend zerkleinert ist, so kann der Sog die Brandungsterrasse kahl fegen; er läßt dann den Detritus in grössere Tiefe fallen, wo er den Wellen entzogen bleibt. Anders jedoch, wenn die obigen Bedingungen nicht zutreffen, wenn der Detritus zu reichlich, der Sog zu schwach ist, namentlich wenn die Brandungsterrasse schon zu einer sehr flachen Böschung ausgearbeitet ist und auf ein seichtes Meer hinausführt; dann vermag der Sog das Material nicht seewärts den Wellen zu entführen. Der Detritus bleibt dann auf der Terrasse, wird hier hin und her gerollt, und wenn er nicht seitwärts entführt wird, häuft er sich endlich in der Brandungszone an und bildet hier einen Strand von lockerem Material (Block-, Kies- oder Sandstrand). Hier kann man dann die Sonderung der Gerölle nach der Gröfse unmittelbar beobachten, indem sich die verschieden grofsen Geschiebe in Streifen parallel der Küste anordnen, wie dies v. Richthofen klargestellt hat.<sup>1)</sup>

Wir teilen hier einige, bei schwachem Wellengange im August 1891 aufgenommene Strandprofile von der Insel Rügen mit, welche diese Sonderung erkennen lassen (Fig. 11 bis 15). Im Bereich des Wellenspiels wird eine Böschung ausgebildet, welche eine nach oben steiler ansteigende, nach unten sich abflachende Kurve bildet.<sup>2)</sup> Dies erklärt sich dadurch, dafs die andringende Welle das Material nach oben wirft und dort einen kleinen Wall aufbaut, hinter dem gewöhnlich, bei flachem Strand, eine Reihe von Wassertümpeln steht. Die Verflachung der Kurve nach abwärts entspricht der Beschleunigung des Rückflusses der Wellen nach abwärts, denn je stärker der Rückflufs ist, bei desto schwächerem Gefälle kann er noch

<sup>1)</sup> Führer, S. 343.

<sup>2)</sup> v. Boguslawski und Krümmel, a. a. O. II., S. 102 ff.

### Strandprofile von Rügen.

(Sämtlich bedeutend überhöht.)

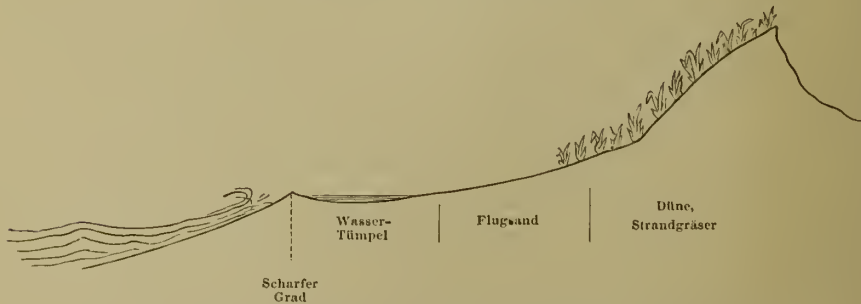


Fig. 11. Strand der Nehrung «die Schabe» bei Binz. (Reiner Sand.)



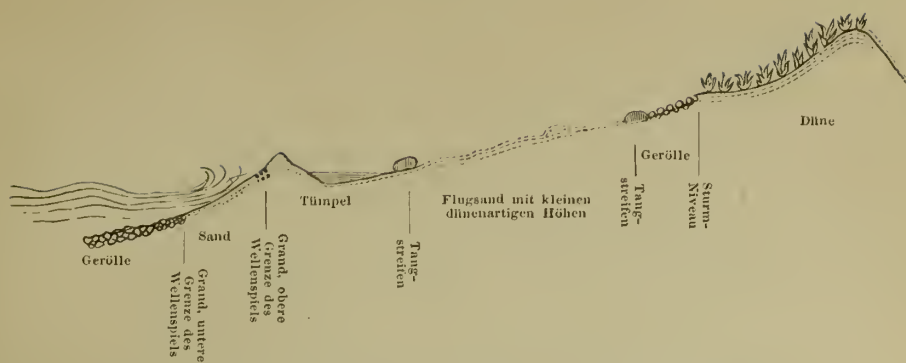


Fig. 12. Strand der Nehrung «die Schabe». (Sand mit Geröllstreifen.)



Fig. 13. Zwischen Binz und Silvitzer Ort.  
(Sanfteres Gehänge der Klippen, Mischung von Sand und Geröll.)



Fig. 14. An der Spitze des Silvitzer Ort. (Steile Klippen, kein Sand, grobe und kleinere Gerölle.)

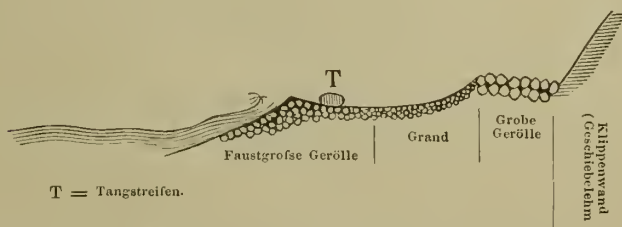


Fig 15. Dicht bei Silvitzer Ort. (Steile Klippen, Gerölle und Grand.)

Material mitreissen. — Landeinwärts von dem kleinen Damm, welchen die mäfsigen Wellen aufwerfen, zieht sich eine sanfter geneigte Strandfläche nach oben bis an den Fuß der Dünen oder Klippen, oft auch noch eine dritte Strandfläche. Diese begreifen den Wellenspielraum der letzten starken Stürme. Ebenso wie nach oben ist dieser Wellenspielraum der Stürme auch seewärts weiter ausgedehnt, als der Spielraum des mäfsigen Wellengangs. Die untere Grenze der starken Wellenwirkung bei Stürmen bezeichnen an den Flachküsten die «Riffe», flache unterseeische Sandrücken, welche dort sich bilden, wo der Sog der Brandung bei Sturm auf das wenig bewegte tiefere Wasser trifft und daher sein herabgeführtes Material fallen läßt.<sup>1)</sup> — So liegen die Strandbildungen des geringen Wellenschlags inmitten des breiten Strandprofils der Stürme; es sind vergängliche Bildungen, die von jedem Sturm zerstört werden und sich nachher wieder von Neuem aufbauen müssen.

Je nach dem an der betreffenden Stelle vorhandenen Material ist der Charakter des Strandes ein sehr verschiedener. Immer wird das grösste, von dem augenblicklichen Wellenschlage noch bewegbare Material an die obere Grenze des Wellenschlags geworfen;<sup>2)</sup> der mittlere Teil des Wellenspielraums wird dagegen vom feinsten Detritus eingenommen; an der unteren Grenze, wo der Rückfluß auf die nächste vordringende Woge stößt, bildet sich wieder ein Streifen gröberen Materials, wahrscheinlich aus den durch den Rückfluß von oben herabgerissenen Geröllen. Ein anderer Streifen groben Gerölls bezeichnet die obere Grenze der Sturmbrandung. Die grössten Blöcke werden nur von den Stürmen bewegt; sie liegen daher teils zusammengehäuft an dieser oberen Grenze, also am Fuß der Klippen bzw. Dünen, teils regellos im Gebiet des geringen Wellenschlags zerstreut, von dem sie nicht bewegt werden können (Fig. 11—15).<sup>3)</sup>

Außer dieser Aufbereitung in der Richtung rechtwinklig auf die Küstenlinie findet aber auch ein Transport des Detritus in seitlicher Richtung, der Küste entlang, statt, und gerade dieser ist für die Küstenformen von der höchsten Bedeutung. Ohne ihn würden sich in den meisten Fällen die Abrasionsprodukte an ihren Ursprungsstellen sehr bald so anhäufen, daß eine weitere Abrasion unmöglich wäre. Dieser seitliche Transport wird in erster Linie durch das schräge Auflaufen der Wellen auf den Strand verursacht. Nur selten wird ja die Richtung des Fortschreitens der Wellen genau rechtwinklig auf die Richtung der Küste stehen. In allen Fällen, wo der Winkel zwischen Wellenrichtung und Küste von  $90^0$  abweicht, bewirkt jede einzelne Woge neben der rechtwinklig zur Küste gerichteten auch eine seitliche Verschiebung aller von ihr bewegten Gerölle und zwar nach der Seite, auf welcher der stumpfe Winkel

<sup>1)</sup> v. Boguslawski und Krümmel, a. a. O. II, S. 106 f.

<sup>2)</sup> v. Richthofen, Führer, S. 345.

<sup>3)</sup> Vgl. auch meinen Vortrag «über die Küstenformen der Insel Rügen», Sitzungsber. nieder-rhein. Ges. f. Naturk. Bonn 1892. S. 63—72.



zwischen der Richtung der Wellen und der Küste liegt. Denn jede Welle stößt die Gerölle in der Richtung ihrer eigenen Bewegung vorwärts, während der Rückfluß die Gerölle im rechten Winkel zur Küstenlinie hinabführt; so bewegen sich die von den Wellen gewälzten Geschiebe in Zickzackbahnen an der Küste entlang (Fig. 16).

Die Wellenrichtung ist nun im Allgemeinen abhängig von der Windrichtung. Jede Windrichtung, die längere Zeit in einem Winkel von nicht gerade  $90^\circ$  auf die Küste weht, wird also vermittelt der Wellen einen Transport des Küstenschuttes in einer bestimmten Richtung der Küste entlang bewirken. Dazu kommt, daß die Windrichtung gleichzeitig eine Strömung der Küste entlang erzeugt. Diese wechselnde Küstenströmung, die von der jedesmaligen Windrichtung abhängt, und von den großen pelagischen Strömungen wohl zu unterscheiden ist, wirkt ebenfalls transportierend, indem sie die feinen, schwebenden Teilchen mit sich fortführt.

Ihre Wirkung beschränkt sich aber nur auf diese, da ihre Schnelligkeit meist sehr gering ist, und sie gerade am Ufer und am Boden durch die Reibung sehr gehemmt wird. Die Küstenströmung steht daher an Wirksamkeit weit hinter den schräg auflaufenden Wellen zurück. Beide Thätigkeiten wollen wir als Küstenversetzung bezeichnen.<sup>1)</sup>

Wenn wir die Küstenlinie als Durchmesser eines horizontalen Kreises um den Küstenpunkt *M* als Centrum auffassen, so wirken in *M* alle Winde aus dem einen Quadranten der Seeseite dieses Durchmessers in demselben Sinne transportierend, alle Winde aus dem anderen seeseitigen Quadranten im entgegengesetzten Sinne, und zwar jeder Wind um so stärker, in je spitzerem Winkel er auf die Küste trifft. Winde aus den beiden landseitigen Quadranten werden als ablandige Winde auf den Wellengang, und also auch auf die Küstenversetzung nur geringen Einfluß ausüben. Da in den meisten Gegenden einer vorherrschenden Windrichtung eine zweithäufigste aus dem entgegengesetzten, nicht aus dem benachbarten Quadranten entspricht, so wird eine von diesen beiden häufigsten Windrichtungen ablandig und daher für die Küstenversetzung unwesentlich sein. Im Laufe eines Jahres werden also aus einem der beiden seeseitigen Quadranten stärkere Winde wehen als aus dem anderen. Als Ergebnis wird sich demnach an fast allen Küsten eine Küstenversetzung in einer bestimmten Richtung herausstellen, und zwar wird sie aus dem Quadranten herkommen, aus welchem die stärksten seeseitigen Winde wehen. Die Stärke der Winde ist dabei maßgebender, als ihre Dauer, da ein kurzer, starker Sturm größere

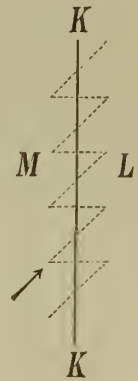


Fig. 16.  
KK = Küste, M = Meer.  
L = Land  
→ Richtung der Wellen.  
--- Weg der Gerölle.

<sup>1)</sup> Gewöhnlich wird der ganze seitliche Transport an den Küsten als Werk des «Küstenstromes» bezeichnet. Da er aber mit eigentlichen Strömungen wenig gemein hat, führen wir obige Bezeichnung ein.

Wirkungen ausüben kann, als ein lang dauernder, sanfter Wind. Die Massen, welche durch die Küstenversetzung bewegt werden, sind den Wasserbaumeistern als «Wandersände» bekannt; sie erreichen oft mächtige Dimensionen.

Dem Transport fällt natürlicherweise nicht blofs der Abrasionsdetritus der Küste, sondern auch der Schutt der Flüsse anheim.

Die Transportkraft der Küstenversetzung — also auch die Menge des bewegbaren Schuttes, sowie, *ceteris paribus*, die Schnelligkeit des Transports — hängt wieder von zahlreichen Faktoren ab. Die Transportkraft steigt mit der Stärke der Brandung, mit der Gröfse des Überschusses der herrschenden über die entgegenwirkenden Windrichtungen; sie ist ferner desto gröfser, je spitzer der Winkel des Aufprallens der Wogen ist u. s. w. Bei gleichbleibender Transportkraft verringert sich die Geschwindigkeit des Transportes, je gröfser die zu bewältigende Schuttmasse ist. — Ändert sich einer dieser Faktoren, so ändert sich auch die Transportfähigkeit der Küstenversetzung. Namentlich verursacht jede Richtungsänderung der Küste eine Veränderung der Transportkraft und ist daher entweder von starker Ablagerung, oder von erneuter Abrasion begleitet.

Wir bemerken daher an den Küsten einen bald häufigeren, bald selteneren Wechsel von Strecken, wo die Küstenversetzung so energisch ist, dafs die Küste von allen Abrasionsprodukten kahl gefegt erscheint — das sind Abrasionsküsten — mit solchen Strecken, an denen es durch Verlangsamung des Transports oder durch allmähliche Anreicherung des Materials zur Bildung eines Strandes von wanderndem Kies oder Sand kommt — Transportküsten — endlich mit Strecken, wo das transportirte Material zur endgültigen Ablagerung in Form von Sandbänken, flachen Inseln oder Schwemmlandsbildungen gelangt: Ablagerungsküsten. Die Küstenversetzung verhält sich also ähnlich wie ein Fluß, indem sie bald erodirt, bald transportirt, bald ablagert; hier wie dort wechseln diese Thätigkeiten wiederholt miteinander ab. Auch hängt, wie beim Fluß, die Thätigkeit der Brandung nicht allein von den Verhältnissen jedes einzelnen Ortes für sich ab, sondern wesentlich auch von der Menge des Materials, welches von seitwärts (bezw. oberhalb beim Fluß) zugeführt wird. — Bei dem Transport an der Küste entlang wird der Detritus fortwährend zerkleinert. In der Nähe des Ursprungs herrschen grobe Gerölle, weiter entfernt werden sie kleiner, schließlic gehen sie in den feinen Seesand über, der das letzte Produkt der Zerreibung darstellt.

### Thalassogene Schwemmlandsküsten.

Die meisten Schwemmlandsküsten, besonders die regional auftretenden, sind von Anhäufungen, sei es noch wandernden, sei es zur Ruhe gelangten marinen Sediments gebildet. Diese beiden Fälle ergeben ähnliche Formen, da die endgültige Ablagerung sich unter denselben Gesetzen vollzieht, wie die Anhäufung des noch wandernden Materials. Wir bezeichnen diese Küsten, welche

aus marinem Sediment aufgebaut sind, im Gegensatz zu den potamogenen, als thalassogene Schwemmlandsküsten. Welches sind nun die Formentypen derselben, wenn wir das alleinige Walten der marinen Kräfte voraussetzen? — Es ist dabei gleichgültig, ob das abgelagerte Material der Küstenabrasion oder ursprünglich den Flüssen entstammt und von deren Mündungen aus seitlich verfrachtet ist. Sobald der Detritus vom Meere umgelagert wird, kommen nur die Gesetze der marinen Ablagerung für ihn zur Geltung.

Der Küstendetritus wandert der Küste entlang auf der Linie, auf welcher die Wogen brechen oder bei ihrem Landeinwärtsrollen so geschwächt werden, daß sie den vorhandenen Schutt nicht weiter landeinwärts schieben können. Liegt diese Linie dicht an der ursprünglichen Küste, so bildet der Detritus einen Strandsaum, der den Formen der ursprünglichen Küste folgt: das ist der Typus der (thalassogenen) «Strandküste mit zurückliegendem Steilrand» nach von Richthofen.<sup>1)</sup> — Wenn aber die Linie des Küstentransportes außerhalb der Küste liegt, d. h. wenn die Küste nicht mehr von Wellen erreicht wird, die im Stande sind, die große Masse des Materials landeinwärts zu werfen, dann baut sich der Strandsaum vor der Küste auf und zieht als freier Strandwall vor ihr her. Wir können ebenso, wie von einer Abrasionsterminante, von einer Endlinie des Landeinwärts-Transportes durch die Wellen reden, welche Linie, ähnlich wie jene, aus der Stärke der Brandung (als Kraft) und der Menge des zu transportierenden Materials (als Widerstand) resultiert. Diese Endlinie des Landeinwärtstransportes, welche zugleich die Linie ist, auf der sich der Strandwall aufbaut, hat im Allgemeinen ähnlichen Verlauf, wie die Abrasionsterminante, liegt aber an jedem Punkte landeinwärts von dieser, da jede Welle noch unter ungünstigeren Verhältnissen transportieren, als abradieren kann.

Die Loslösung der Transportlinie, also des Strandwalls, von der Küste kann namentlich zwei Ursachen haben: 1. zu seichten Meeresboden an der Küste, 2. vorhandene tief einschneidende Buchten. Durch beide Ursachen kann es kommen, daß die Wellen durch Reibung, einmal am Boden, das andere Mal an den Seitenufern der Bucht (s. oben S. 19), so an Kraft verlieren, daß sie den Detritus vor Erreichung der flachen Küste, bezüglich im zweiten Falle des Hintergrundes der Bucht, fallen lassen müssen. Beide Gründe können natürlich auch zusammen wirken. Sie werden sich namentlich an Küsten einstellen, welche eine positive Strandverschiebung (Senkung des Landes) erfahren haben, nach Abschluß der Verschiebung, und zwar der erste Fall vornehmlich beim Überfluten eines Flachlandes durch das Meer, der zweite Fall bei Ingression in ein zerschnittenes Hochland.

Durch die Bildung eines freien Strandwalls, der in der Regel mit Dünen besetzt ist, tritt die thalassogene Schwemmlandsbildung selbständig formgebend

---

<sup>1)</sup> Führer, S. 296.

auf. Der Verlauf des Strandwalls ist nach den Umständen verschieden, aber im Allgemeinen eine gerade oder regelmässig gekrümmte Linie; er vereinfacht daher die Küstenformen, indem er Buchten vom Meer abschneidet. Diese Buchten werden dann zu Strandseen, welche gar nicht oder nur durch schmale Öffnungen mit dem Meer in Verbindung stehen. Der Strandwall vor den Strandseen heisst Nehrung. Die einfachen Linien der flachen Küste, das Auftreten von Strandseen, vor Allem aber der Umstand, daß die Flüsse nicht, wie bei der potamogenen Küste, in Vorsprüngen münden, sondern daß ihre Mündungen von dem Strandwall glatt abgeschnitten, ihre Sedimente von der Küstenversetzung seitwärts entführt werden, das sind die Charakterzüge der thalassogenen Schwemmlandküsten.

Der Verlauf des Strandwalls ist entweder ein ziemlich geradliniger oder ein mehr oder weniger stark gekrümmter. Der erste Fall — der Typus der geradlinigen thalassogenen Schwemmlandküste, tritt ein, wo die ursprüngliche Küste, vor der sich der Strandwall aufbaut, und ebenso die ursprünglichen Isobathen des Meeresbodens, ziemlich geradlinig waren, wo also der freie Strandwall nur durch die Seichtheit des Meeresbodens, nicht durch Zurücktreten der Küste in Buchten veranlaßt ist. Namentlich muß dies vorkommen, wo eine flache Tiefebene vom Meere überschwemmt wird. Es fehlt dann jede Veranlassung, welche eine Ablenkung der Transportlinie aus der Geraden hervorbringen könnte. Zweitens muß sich auch bei gegliederter Küste ein geradliniger Strandwall bilden, wenn die Wellen in sehr spitzem Winkel auf die Hauptrichtung der Küste treffen, ihr nahezu parallel gerichtet sind, weil sie dann nicht in die Buchten eindringen können.

Immerhin sind solche geradlinigen thalassogenen Küsten seltener als der folgende Typus. Beispiele sind die Westküste Portugals, die Küste der Landes, der Strandwall der ostfriesischen Inseln, die Westküste Jütlands.

Bei weitem die meisten thalassogenen Küsten zeigen den anderen Typus, den der bogenförmigen thalassogenen Schwemmlandküste.<sup>1)</sup> Wenn die ursprüngliche Küste durch vorspringende Spitzen und Buchten gegliedert ist, und die Wogen nicht in allzu spitzem Winkel auftreffen, so daß sie in die Buchten eindringen können, so legt sich der Strandwall unmittelbar an die Landspitzen an, dringt aber in demselben Maße wie die Wellen in die Buchten ein. Da diese in der Mitte einer Bucht weiter eindringen, als an den Seiten, so bildet,

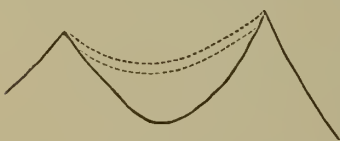


Fig. 17.

ähnlich wie die Abrasion, auch der Strandwall in der Bucht eine nach dem Meer zu konkave Kurve. Greifen die Buchten tiefer in das Land ein, als die Ablagerungskurven, so löst sich der Strandwall vom Ufer los und baut sich quer über die Bucht hinüber

(Fig. 17). Die Gestalt dieser Strandkurven ist wieder von vielen Faktoren

<sup>1)</sup> Vergl. Th. Fischer, a. a. O. S. 417: «flachbogige Flachküste».



abhängig und daher von Ort zu Ort ungemein wechselnd. Besonders ist ihre Krümmung von den Tiefenverhältnissen des Meeresbodens, dem Verlauf der Isobathen abhängig. In schmalen, tiefen Buchten nähert sie sich oft dem Halbkreis, in breit offenen, seichten Buchten dagegen, wo die Isobathen in flachen Bogen verlaufen, thut dies auch die Strandkurve. In solchen flachen Buchten ist ja die Loslösung des Strandwalls vom Ufer nur durch die Seichtheit des Grundes bestimmt. Auch der Winkel, mit welchem die Wellen auf das Ufer treffen, ist von Bedeutung: je spitzer derselbe ist, desto mehr nähert sich die Krümmung der geraden Linie, da die Wellen dann um so weniger in die Buchten eintreten können.

Der gewöhnlichste Typus der thalassogenen Schwemmlandküste besteht daher aus einer Reihe von flachen, nach außen konkaven Kurven, welche sich gleich Guirlanden von einem vorspringenden Punkt der Küste zum anderen hinüberschwingen. Die vorspringenden Küstenpunkte, gleichsam die festen Halter der Guirlanden, können inselartige Klippen anstehenden Gesteins (Westküste Mittelitaliens, Languedoc, Westküste des Peloponnes) sein, oder die Terrainhöhen einer erodirten Landoberfläche (deutsche Ostseeküste), oder auch die Deltavorsprünge einzelner stark vorbauender Flüsse (Venezianische Küste), oder sonstige Stellen einer Richtungsänderung der ursprünglichen Küste.

Im Allgemeinen hat der Strandwall das Bestreben, in der einmal genommenen Richtung zu verharren oder sich nur in flachen Bogen, nicht in scharfen Ecken umzubiegen. Bei einem scharfen Zurückspringen der Küste baut er sich daher noch eine Strecke weit frei in das Meer vor, bis er mit einem «Haken» in die neue Richtung umlenkt (z. B. Cape Cod an der Ostküste der Vereinigten Staaten). Zuweilen sind diese Haken nur unterseeisch (Darsser Ort, Arcona, Brüster Ort an der Ostsee).<sup>1)</sup> Bei solcher Umbiegung wird meist nur ein Teil des Sediments von der neuen Richtung erfaßt, ein anderer Teil breitet sich auf dem Meeresboden aus, infolgedessen sich derartige Landspitzen häufig in ausgedehnten Sandbänken fortsetzen. Wenn an einer Küstenecke zwei entgegengesetzt gerichtete Küstenversetzungen zusammentreffen, so bilden sich Nehrungen in beiden Richtungen aus, welche sich in einer Spitze vereinigen und einen dreieckigen Strandsee einschließen (Kap Papas am Golf von Patras). Vor der Spitze lagert sich der ganze Detritus beider Küstenversetzungen ab, weshalb sich hier gewöhnlich Flachsee findet.

Die thalassogene Schwemmlandküste, die in zwei Typen, dem geradlinigen und bogenförmigen, auftritt — die Komplikation durch Gezeiten und Niveauverschiebung werden wir später betrachten — entsteht also wesentlich unter der Wirkung der schräg auflaufenden Wellen, der Küstenversetzung. Sie kommt dort zu Stande, wo die Winde aus einem Quadranten vorwiegen, und wo reichliche

---

<sup>1)</sup> Hagen, a. a. O. I, 2. Aufl., S. 258.

Sedimente vorhanden sind, wo also die Küstenversetzung von einer Strecke starker Abrasion oder von Mündungen sedimentreicher Flüsse herkommt. Dagegen scheinen die eigentlichen Meeresströmungen seltener auf die Gestalt der Küsten maßgebend einzuwirken,<sup>1)</sup> da sie gerade in der Nähe der Küste durch Reibung sehr an Kraft verlieren.<sup>2)</sup> In manchen Fällen, wo die Meeresströme scheinbar gewaltige Massen transportieren und ablagern, wie an der Küste von Guyana, stimmen sie in ihrer Richtung mit den herrschenden Winden überein, so daß wir nicht wissen, wieviel davon wirklich auf Rechnung der Strömung, wieviel auf den Wellentransport zu setzen ist. Übrigens werden Meeresströmungen auch nur geradlinige Küsten aufbauen, die in keinen wesentlichen Eigenschaften von den geradlinigen Küsten abweichen, welche durch die Wellen aufgebaut sind.

Der Strandwall ist für den Verlauf und die Gestalt der regional auftretenden thalassogenen Schwemmlandsküsten maßgebend. Er ist in seiner Lage fest gegeben durch die Faktoren des Küstentransportes, die an jedem einzelnen Punkte herrschen. An Transportküsten, wo also die Abfuhr an Material der Zufuhr entspricht, kann sich die Lage des Strandwalls nicht verändern, so lange die Faktoren des Transports dieselben bleiben, so lange also weder Brandungsstärke, noch Detritusmenge, noch Windrichtung, noch Niveau eine wesentliche Änderung erleiden. Solche Schwemmlandsküsten wachsen also nicht nach außen. Anders, wenn die genannten Faktoren sich ändern, oder an Ablagerungsküsten, wo mehr Detritus zugeführt als entfernt wird. Dort breitet sich dieser außerhalb des Strandwalles aus und macht das Meer seichter, so daß der Strandwall sich allmählich seewärts verschieben muß. In diesen Fällen wächst also das Land durch thalassogene Anschwemmung, indem aber im Allgemeinen die Form der Küstenlinie erhalten bleibt. Bei bogenförmigem Verlauf derselben muß aber das Bestreben herrschen, die Bogen beim Seewärts-Verschieben immer flacher zu gestalten und endlich in die gerade Linie überzuführen, da ja die festen Vorsprünge des Landes allmählich hinter Anschwemmungen zurücktreten.

Hinter dem Strandwall mit seinen Dünen liegen die vom Meer abgesperrten, meist sehr seichten Wasserbecken, die Strandseen. Bei rein thalassogener Bildung können wir mehrere Typen derselben unterscheiden. Die eine Form entsteht, wenn eine breit geöffnete, wenig in das Land eingreifende Bucht abgesperrt wird. Die Strandseen erstrecken sich dann lang und schmal der Küste entlang: es ist die Form der Haffe (Frisches und Kurisches Haff). Eine andere Form bildet sich aus unregelmäßig begrenzten, durch Ingression überschwemmten flachen Hohlformen des Tieflandes; dahin gehören z. B. die Bodden der Insel Rügen; man bezeichnet diesen Typus als Boddenform. Eine dritte Art ent-

<sup>1)</sup> v. Boguslawski und Krümmel, a. a. O. II, S. 513.

<sup>2)</sup> So ist der Küstentransport an der Venezianischen Küste das Werk der Wellen, nicht der Strömungen. — Kovatsch, die Versandung von Venedig und ihre Ursachen, Leipzig 1882, S. 111 ff. Vgl. auch die verschiedenen Schriften von Cialdi.



steht aus abgesperrten Rias oder Trichtermündungen von Flüssen: es sind Strandseen, deren Längsachse rechtwinklig auf die Küste gerichtet ist: Liman-Form. — Weitere Formen von Strandseen entstehen aus der Verbindung thalassogener mit potamogener Küstenbildung, mit Niveauverschiebungen und Gezeiten und werden weiterhin zur Sprache kommen.

Die Strandseen, gegen das Meer durch die Nehrung geschützt, unterliegen der allmählichen Zuschüttung durch die Flüsse, die in sie münden, durch den Sand, der vom Secwinde von der Nehrung hereingetrieben wird, oft auch durch Vertorfung. An ihrer Stelle breiten sich mit der Zeit fast völlig horizontale, zuerst versumpfte, später aber meist sehr fruchtbare Ebenen zwischen der ursprünglichen Küste und dem Strandwall aus (Marschen und ähnliche Küstenebenen). Außerhalb des Strandwalles duldet aber die Küstenversetzung bei rein thalassogenen Küsten keine Vorbauten an einzelnen Punkten, sondern nur in den oben erwähnten Fällen Verschiebung der ganzen Küstenlinie seawärts. Der Hauptunterschied zwischen potamogener und thalassogener Schwemmlandsküste besteht also darin, daß bei der ersteren die Flüsse in selbstgebauten Vorsprüngen, bei der letzteren dagegen an einfacher Strandlinie münden. Die potamogene Küste ist vom Lande aus gewachsen, bei der thalassogenen Schwemmlandsküste dagegen ist der freie Strandwall das erste, dann erfolgt erst die Anfüllung des dahinterliegenden Raumes. — Die Mündungen der Flüsse sind bei gezeitenlosen und im Niveau konstanten thalassogenen Küsten meist die einzigen Unterbrechungen des Strandwalls, und auch sie sind meist durch Barren fast bis zum Meeresniveau hinauf geschlossen. Diese Barren sind Teile des allgemeinen Strandwalls, zu dem sich noch das von den Flüssen herbeigeführte Material gesellt. Es sind die Stellen, wo letzteres in die Masse des wandernden Küstenschuttes aufgenommen wird. Die Mündungen mancher schwächeren Flüsse werden durch den Strandwall vollständig abgesperrt, so daß sie nur unter dem Dünensand in das Meer sickern. In sehr vielen Fällen zeigen sich die Flüsse an ihren Mündungen in die Richtung der Küstenversetzung abgelenkt.

### Verteilung der potamogenen und thalassogenen Schwemmlandsküsten.

Wir haben die beiden wichtigsten Typen der Flachküsten, den potamogenen und thalassogenen, skizziert, wie sie sich im gezeitenlosen Meere herausbilden, wenn jedesmal nur eins von beiden Agentien, die Thätigkeit der Flüsse oder des Meeres allein zur Wirkung kommt. Diese theoretische Voraussetzung wird allerdings kaum irgendwo erfüllt. Fast überall werden zugleich die Flüsse Sedimente in das Meer vorzubauen streben und zugleich die Meereswellen bemüht sein, diese Vorbauten nicht aufkommen zu lassen, sondern die Sedimente seawärts, der Küste entlang, zu entführen. Aber überall wird die eine oder die

andere der beiden sich bekämpfenden Kräfte stärker sein und den Sieg davontragen. Es hängt also von dem Kräfteverhältnis ab, ob sich die Küstenform dem einen oder anderen Typus annähert. Je größer der Vorsprung der einen Kraft über die andere ist, desto reiner wird der betreffende Typus sich darstellen. Um also das Vorkommen der beiden Typen in jedem einzelnen Falle zu erklären, müssen alle Faktoren, welche die Stärke der Küstenversetzung und die vorbauende Kraft der Flüsse regeln, in Betracht gezogen werden. Die negative Niveauverschiebung, die R. Credner<sup>1)</sup> als entscheidende Bedingung für die Deltabildung aufgestellt hat, ist einer der Faktoren, die zu Gunsten der Flüsse in diesem Kampfe thätig sein können, aber eben nur eine aus der großen Anzahl von Bedingungen, die in verwickelter Weise bei der Ausgestaltung der Küsten zusammenwirken. Der Umstand, der bei der Entstehung von vorgeschobenen Deltas am meisten ins Gewicht fällt, ist das Vorhandensein oder Fehlen einer starken Küstenversetzung durch schräg auf die Küste wehende Winde.

Wenn wir die Art der Verteilung der potamogenen und der thalassogenen Küstenformen betrachten, so finden wir, daß sie mit dieser theoretischen Ableitung gut übereinstimmt. Wir finden die potamogene Küste vor Allem an denjenigen Meeresteilen, in welchen eine starke Wirkung der Brandungswelle ausgeschlossen ist, also in Golfen und Binnenmeeren, besonders wenn ihre Längsrichtung quer gegen die herrschenden Winde verläuft, so daß diese nur den kurzen Durchmesser des Golfes bestreichen können. Die thalassogenen Küsten treten dagegen hauptsächlich dort auf, wo die vorherrschende Windrichtung auf eine freie, ungeschützte Küste in einem schiefen Winkel auftrifft. Natürlich können besonders schuttreiche Flüsse auch in Meeren mit Küstenversetzung ein Delta vorbauen, wenn eben ihre Kraft dazu ausreicht. Aus der Credner'schen Karte der Verbreitung der Deltas<sup>2)</sup> läßt sich ersehen, daß von den dort bezeichneten Deltas die übergroße Mehrzahl an Binnen- und Nebenmeeren liegt — zu denen wir auch das nördliche Eismeer rechnen können — also an Meeren mit geringerer Wellenstärke. Von den wenigen an offenen oceanischen Küsten gelegenen Deltas der Credner'schen Karte sind nur folgende potamogene Vorbauten vor die Küstenlinie: S. Juan (Columbien), Niger, Ogowe (stark von der Küstenversetzung beeinflusste Form), Zambesi (durch Madagascar geschützt), Rufidji (im Schutz der Insel Mafia), Indus (sehr schwach vorspringend), die Flüsse der Ostseite des Dekan, der Grey River in Westaustralien, Burdekin River in Queensland (im Schutze des großen Barrier-Riffs). Die anderen Deltas an oceanischen Küsten treten nicht vor, sondern liegen in Buchten.

Besonders klar erscheint die Verteilung der potamogenen und thalassogenen Schwemmlandsküsten in ihrer Abhängigkeit von der Stärke der Küstenversetzung in Griechenland. Hier wehen die herrschenden Winde aus NO

<sup>1)</sup> Die Deltas, Petermann's Mitteilungen, Ergänzungsheft 56, Gotha 1878.

<sup>2)</sup> A. a. O., Tafel 2.

einerseits, SW bis S anderseits. Vor Allem sind es die SW- und S-Winde, welche den stärksten Wellenschlag verursachen. Potamogene Flachküsten finden sich daher in den Golfen, welche quer zu dieser Richtung, von O nach W oder von SO nach NW, gerichtet sind, so im Malischen Golf, wo das Delta des Spercheios seine Arme ungehindert vorbaut, im Kanal von Euboea, im Ambrakischen Golf, in den Golfen von Korinth und Aegina. Thalassogene Bildung kennzeichnet dagegen die Westseite des Peloponnes, welche den über das Ionische Meer frei und ungebrochen daherstürmenden Wogen der südwestlichen Winde voll ausgesetzt ist. Die äußerste Südwest-Spitze, die Halbinsel von Messenien, ist am meisten exponirt. Hier finden wir daher eine Küste lebhafter Abrasion. Von hier werden die erodirten Sedimente von der durch die SW-Winde erzeugten Küstenversetzung nach N getragen und schütten einen zusammenhängenden Strandwall auf, der sich in mehreren flachen Bogen von einem vorspringenden Kap zum anderen zieht, von einer Kette von Haffen begleitet. Die bedeutendsten Flüsse des Peloponnes, die hier münden und die beträchtliche Sedimentmassen in das Meer hinausführen, werden hier von der thalassogenen Küstenkurve glatt abgeschnitten, ohne auch nur die geringsten Vorsprünge vorbauen zu können.<sup>1)</sup> — Auch sonst ist an den Küsten des Mittelmeeres dieser Küstentypus häufig. So entsteht er in Languedoc unter der Einwirkung der häufigen SO-Winde, welche eine von O nach W gerichtete Küstenversetzung erzeugen, wodurch die Sedimente der ligurisch-provençalischen Abrasionsküste sowie der Rhône hierhergeführt werden.<sup>2)</sup> An der Westküste Mittelitaliens bewirken Ähnliches die Südwestwinde, die eine nach NW gerichtete Küstenversetzung hervorbringen.<sup>3)</sup> — Analoge Formen erscheinen an der ebenfalls gezeitenlosen Ostsee. Die Südküste derselben steht unter dem Einfluß einer westöstlichen, durch die Westwinde erzeugten Küstenversetzung,<sup>4)</sup> infolgedessen finden wir fast auf der ganzen Strecke thalassogene Formen mit Nehrungen, Haffe und Bodden. Potamogene Bildungen zeigen sich dagegen nur im Innern der geschützten Buchten und der Haffe.

### Mischformen zwischen potamogenem und thalassogenem Typus.

Wenn an einer Küste starke seitliche Küstenversetzung stattfindet und wenn an ihr zugleich sehr sedimentreiche Flüsse münden, sich also beide Kräfte der Küstenbildung ziemlich die Wage halten, so entstehen Schwemmlandsküsten, welche als Mischformen des thalassogenen und potamogenen Typus zu bezeichnen sind. Ein Teil der Flußsedimente wird seitlich entführt und bildet thalassogene Strandwälle und Nehrungen; es bleibt aber noch ein Überschufs von Sediment,

<sup>1)</sup> Vgl. mein Buch «Der Peloponnes», Berlin 1892, S. 508 ff.

<sup>2)</sup> Th. Fischer, zur Entwicklungsgeschichte der Küsten, Petermann's Mitteil. 1885, S. 419.

<sup>3)</sup> Fischer, ebenda.

<sup>4)</sup> G. Hagen, a. a. O. I, S. 224.

der nicht entführt werden kann und sich daher vor den Flußmündungen anhäuft. Auf diese Weise entstehen einzelne potamogene Vorsprünge, in denen Flüsse münden, und zwischen diesen Vorsprüngen schwingen sich thalassogene Strandkurven in Guirlandenform hinüber, Strandseen vom Meere absondernd. Solche Mischküsten sind z. B. die Venezianische Küste von Triest bis gegen Rimini, ferner die Küste des Nil-Deltas, der Acheloos-Mündung u. a. m. Sehr viele große Deltas werden durch derartige Küsten begrenzt, nachdem sie zunächst Meeresbuchten erfüllt haben, dann aber bei weiterem Vorbauen in den Bereich der Küstenversetzung gekommen sind, die das fernere Wachsen behindert. Von diesen Deltas, welche durch das Nil-Delta vertreten werden, ist eigentlich der Name «Delta» hergeleitet (s. oben S. 14), und sie entsprechen der gewöhnlichen Vorstellung von den Deltas fast mehr, als die Form der freien Vorbauten, wie sie das Mississippi-Delta darstellt. — Findet bei derartigen Mischküsten noch ein weiteres siegreiches Vorbauen der potamogenen Vorsprünge statt, so wird allmählich die Nehrung (Lido) zwischen zwei Vorsprüngen dem Küstentransport entzogen; dieser findet weiter seewärts statt, und dort bildet sich eine neue Nehrung, während die alte in dem Strandsee als schmale Landbrücke zurückbleibt. So finden sich z. B. im Po-Delta mehrere solcher alten Strandwälle hintereinander, welche dem allmählichen Vorrücken des Deltas entsprechen.

Die Strandseen an solchen Mischküsten tragen einen von den rein thalassogenen Strandseen abweichenden Charakter, indem sie zwar seewärts durch eine thalassogene Nehrung, seitlich aber durch potamogene Bildungen begrenzt sind, durch welche ihre Entstehung vorzugsweise veranlaßt ist. Auf diesen Typus von Strandseen kann man den Namen Lagunen beschränken. Sie sind ihrerseits wieder von den Deltaseen zu unterscheiden, welche rings von potamogenen Anschwemmungen umfaßt werden (s. oben S. 14).

### Einfluß der Gezeiten und der Niveauverschiebungen auf die Küstenformen.

Wir haben bei den bisherigen Ausführungen die Voraussetzung gemacht, daß keine Gezeiten und keine Niveauveränderungen eingreifen. Prüfen wir nun den Einfluß, den diese Faktoren auf die bisher besprochenen Küstenformen haben müssen.

Die Gezeiten üben beträchtliche Wirkungen aus, 1. durch die beständige Veränderung des Meeresniveaus, 2. durch die wechselnden, oft sehr heftigen Strömungen, die sie in engen Meeresbuchten und -straßen und in Flußmündungen erzeugen. Bei Abrasionsküsten besteht die Einwirkung der Gezeiten wesentlich nur in einer Verstärkung der Abrasion. Die Breite der Abrasionsterrasse ist größer, als bei gezeitenlosen Meeren; der Detritus wird durch den Ebbestrom leichter von der Terrasse entfernt, diese daher leichter erodiert und tiefer gelegt; die bogenförmigen Buchten können weiter in das Land eindringen. Aber der



allgemeine Typus der Küste wird dadurch nicht verändert. Treten schmale Ingressionsbuchten an einer Küste auf, so können unter Umständen die Fluthöhen in denselben gewaltig ansteigen — wie bekanntlich in der Fundy-Bay an der Halbinsel Neu-Schottland bis auf 21,3 m.<sup>1)</sup> — Dadurch entwickeln sich sehr heftige aus- und einlaufende Strömungen, welche durch ihre Erosion die Bucht verbreitern, vertiefen und landeinwärts verlängern können.

Sehr bedeutenden Einfluß äußern aber die Gezeiten auf die Gestaltung der Flußmündungen. In diesen wird zur Flutzeit das Wasser aufgestaut; die Sedimente schlagen sich dann schon innerhalb des Flußbettes nieder und gelangen nicht vor die Mündung. Die Ebbe veranlaßt dann eine heftige, durch das aufgestaute Flußwasser verstärkte Ausströmung, welche die Sedimente in das Meer hinausführt und dort vor der Mündung in Sandbänken ablagert. Die Flußmündung selbst wird daher mehr oder weniger rein gefegt, tief erhalten und seitlich verbreitert; es entstehen breite Trichtermündungen oder Ästuarien, welche in der Regel als treffliche Häfen dienen; vor der Mündung jedoch bildet sich ein «unterseeisches Delta»<sup>2)</sup> von Bänken, welche die Einfahrt erschweren; aber die Entstehung eines an die Oberfläche tretenden Deltas wird durch die Gezeiten behindert. Starke Gezeiten sind daher für die Bildung potamogener Küstenformen ungünstig. Natürlich kann auch dieser ungünstige Faktor durch eine sehr starke Sedimentführung des Flusses überwunden werden. Jedoch ist das Fehlen der Gezeiten in den meisten Binnenmeeren mit ein Grund dafür, daß wir vorspringende Deltas vorzugsweise in diesen, seltener an oceanischen Küsten finden. Trichterförmige Flußmündungen, wie sie an der ganzen Westküste Europas vorherrschen, sind charakteristisch für Küsten mit starken Gezeiten, und zwar sowohl an Abrasionsküsten, wie an thalassogenen Schwemmlandsküsten.

Auch außerhalb der Flußmündungen wirken die Gezeiten auf die thalassogenen Schwemmlandsküsten umgestaltend ein. Bei besonders hohen Fluten (Spring- und Sturmfluten) kann das Meer höher steigen als das Niveau des hinter dem Strandwall liegenden niedrigen Marschlandes, welches wohl meist aus zugeschwemmten Haffen entstanden ist (s. S. 33). Wenn dann zugleich ein heftiger Wellengang eintritt, so kann der Strandwall durchbrochen und das hinterliegende Land überschwemmt werden. Bei der folgenden tiefen Ebbe stürzt das Wasser mit Gewalt durch die Durchbruchsstelle hinaus, verbreitert sie, und vertieft sie unter das gewöhnliche Flut- oder sogar Ebbeniveau. Durch Wiederholung dieses Vorganges entstehen dauernde Lücken im Strandwall und auch die benachbarten Teile des niedrigen Hinterlandes werden durch die starken Gezeitenströme ausgeräumt.<sup>3)</sup> Ganz ähnliche Durchbrüche durch den Strandwall und Überflutung des Hinterlandes können auch durch eine positive Verschiebung

---

<sup>1)</sup> v. Boguslawski und Krümmel, a. a. O., II, S. 161.

<sup>2)</sup> Credner, a. a. O., S. 52.

<sup>3)</sup> Hagen, a. a. O., II S. 268.

der Strandlinie (Senkung des Landes) hervorgerufen werden. Jede von beiden Ursachen gestaltet also Küsten, an denen der Strandwall in eine Reihe von langen, schmalen Inseln aufgelöst ist, hinter welchen sich «Watten» ausdehnen, d. h. Flächen, welche zur Flutzeit überschwemmt, zur Ebbezeit ganz oder teilweise trocken liegen. — Auch trichterförmige Flußmündungen werden durch positive Niveauverschiebung geschaffen, indem das Meer in die breiten Flußthäler eindringt.

Gezeiten und positive Strandverschiebung bewirken demnach bei thalassogenen Schwemmlandsküsten annähernd dieselbe Gestaltung. Sie verursachen den Typus der aufgeschlossenen thalassogenen Schwemmlandsküste,<sup>1)</sup> wie wir ihn z. B. an der Ostküste der Vereinigten Staaten und an der deutschen Nordseeküste sehen: der Strandwall in Inseln zerbrochen, dahinter Watten oder auch Haffe mit mehreren Ausgängen, die Flußmündungen trichterförmig.

Die Trichtermündungen der Flüsse, welche durch Senkung des Landes entstanden sind, können nach Aufhören der Senkung wieder durch thalassogene Nehrungen ganz oder teilweise geschlossen werden. Es entstehen dann Limane (wie z. B. an der Nordküste des Schwarzen Meeres), die wir bereits oben unter den Typen der Strandseen erwähnt haben.

Auf potamogene Schwemmlandsbildungen wirkt positive Strandverschiebung im Allgemeinen hemmend ein, indem sie die Neubildungen beständig wieder unter Wasser versenkt. — An Abrasionsküsten veranlaßt sie eine große Steigerung der Abrasion, wie schon erwähnt, die jedoch bei allzu schneller Verschiebung wieder aufgehoben werden kann, indem dann in keinem Niveau die Brandung Zeit zu beträchtlichen Wirkungen hat: es entstehen dann Ingressionsküsten. — Umgekehrt hat negative Niveauverschiebung eine Schwächung der Abrasion zur Folge, indem sie der Brandung beständig ihre Angriffspunkte entzieht. An thalassogenen Schwemmlandsküsten verursacht die negative Strandverschiebung eine Versetzung des Strandwalles nach der See zu, ohne die Küstenform wesentlich zu verändern. Für das Zustandekommen potamogener Schwemmlandsküsten ist die negative Strandverschiebung sehr günstig, so daß R. Credner sie sogar als ausschlaggebend für die Deltabildung ansieht.

---

### Schluß.

Stellen wir zum Schluß noch einmal übersichtlich die besprochenen Typen der speziellen Küstengestalt zusammen. Die eine große Abteilung bilden diejenigen Küsten, deren spezielle Gestaltung unmittelbar durch das Relief des Erd-

---

<sup>1)</sup> «Aufgeschlossene Flachküste» nach Th. Fischer, a. a. O., S. 410, 417.



festen und durch die Höhenlage dieses Reliefs gegeben ist, ohne daß die littoralen Kräfte umgestaltend eingewirkt haben. Es sind das die Isohypsenküsten (tektonische, Aufschüttungs-, Ingressions- und Meeresgrundküsten), die in überaus großer Mannigfaltigkeit der Formen auftreten, unter denen sich daher eine fast beliebig große Zahl von Typen aufstellen läßt. Die zweite große Abteilung stellen die durch littorale Kräfte umgestalteten Küsten dar, und zwar 1. die thalassogene Abrasionsküste mit ihren bogenförmigen Buchten, und 2. die Schwemmlandsküsten. Unter diesen letzteren haben wir dann folgende Typen unterschieden:

I. Die potamogene Schwemmlandsküste. Die Flüsse münden in spitzen, niedrigen Vorsprüngen. Bedingung der Entstehung: Überwiegen der Sedimentirung seitens der Flüsse über die seitliche Küstenversetzung durch die Wellen; dies wird begünstigt durch das Fehlen der Gezeiten, durch negative Strandverschiebung.

a) Unvollendete potamogene Schwemmlandsküste:

Die Vorsprünge sind getrennt.

b) Vollendete potamogene Schwemmlandsküste:

Die Vorsprünge sind seitlich vereinigt. Zuweilen mit Deltaseen.

II. Die gemischte potamogene und thalassogene Form. Die Flüsse münden in Vorsprüngen, die durch thalassogene Strandkurven verbunden werden. Strandseen vom Typus der Lagunen, d. h. seitlich von Deltas, meerswärts von Nehrungen begrenzt. Bedingung: annäherndes Gleichgewicht von Sedimentirung der Flüsse und von Küstenversetzung.

III. Die thalassogene Schwemmlandsküste. Die Flußmündungen von der Küstenlinie glatt abgeschnitten; die Küste von einem Strand mariner Sedimente gebildet. Strandseen vom Typus der Haffe (Längsachse parallel der Küste), der Bodden (unregelmäßig gestaltet), der Limane (Längsachse rechtwinklig auf die Küste). Bedingung: Überwiegen der seitlichen Küstenversetzung über die Sedimentirung der Flüsse.

a) Die geradlinige oder geschlossene thalassogene Küste, entstehend durch Brandung bei ungegliedertem Verlauf der ursprünglichen Küste oder bei sehr spitz auftreffender Wellenrichtung, oder durch Meeresströmungen.

b) Die bogenförmige thalassogene Küste, erzeugt durch schief auflaufende Brandung an einer ursprünglich gegliederten Küste.

c) Die aufgeschlossene thalassogene Küste, mit zerbrochenem Strandwall, Watten, Trichtermündungen, bedingt durch heftige Gezeiten oder positive Strandverschiebung.

Das sind die Haupttypen der Küstenformen, welche trotz zahlloser örtlicher Abweichungen doch immer annäherungsweise in die Erscheinung treten. Da sie nur von Faktoren gebildet werden, die überall an den Küsten vorhanden sind, finden sie sich über die ganze Erde verbreitet. Dazu kommt dann noch eine Anzahl von örtlich begrenzten Küstenformen, die bestimmten, nur auf gewisse Gegenden oder Zonen beschränkten Faktoren ihre Entstehung verdanken, wie z. B. die Korallenküsten. Auf diese wollen wir hier nicht eingehen. Es kam uns nur darauf an, diejenigen Hauptformen zu überblicken, welche die Natur überall auszugestalten strebt, wenn die Bedingungen, unter denen sie arbeitet, möglichst einfache und von verwickelnden Störungen freie sind.

Bonn, den 15. Dezember 1892.

---

Ein  
typisches Fjordthal.

---

Von

Dr. Erich von Drygalski.

z. Z. Grönland.





Seit wir uns gewöhnt haben, die Fjorde als Thalbildungen aufzufassen, die nur in ihrem gegenwärtigen Zustande zum Meere gehören, aber über dem Spiegel des Meeres durch die Kräfte des Landes entstanden sind, ist das ganze Studium der Fjordküsten in bestimmtere Bahnen gelangt. Unter dem vollen Eindruck der erodirenden Kraft des fließenden Wassers, die unsere Hochgebirge in den mannigfachsten Variationen auf das Deutlichste zeigen, ist es an keiner Stelle, wo der Fjordbildung heute gedacht wird, mehr die erste Entstehung, die der Erklärung Schwierigkeit macht, sondern es thun das stets nur die einzelnen besonderen Merkmale, welche die Fjordthäler zeigen. Seit Tyndall's weitgehende Anschauungen über den erodirenden Einfluß der Gletscher bei der Bildung der Thäler gefallen sind, und selbst die extremsten Vertreter der Gletschererosion dieser bei der Bildung der Thäler und Seen mehr einen nachhelfenden, ausgestaltenden Einfluß, als die ursprüngliche Anlage zuschreiben, sind auch über die Mitwirkung der Gletscher bei der Entstehung der Fjorde die Ansichten gemäßigtere geworden.

Es fehlt, sowohl für die Fjorde, wie für die übrigen Thäler, noch sehr an Material, um die Wirkung der Gletscher gegenüber der des fließenden Wassers quantitativ abgrenzen zu können; aber man betrachtet heute die Hauptwirkung der Gletscher bei der Bildung der Fjorde überhaupt mehr als eine passive, indem sie die unter das Meer hinabtauchenden Thalbildungen lediglich durch ihr Dasein vor der Zerstörung durch die Kraft des Meeres geschützt hätten.

Zu den besonderen Merkmalen, welche die Fjorde von den Thalbildungen des Landes im Allgemeinen unterscheiden, gehören in erster Linie die den Fjorden an ihrer Mündung eigenen Anschwellungen des Bodens, also eine Eigentümlichkeit ihres Längsprofils, und ihr enger, im Querschnitt schroffer und steiler Charakter; für die Erklärung beider Punkte hält man mit Recht die Beschaffung von Längs- und Querprofilen, die auf exakten Aufnahmen beruhen, für das nächste Erfordernis.

Was den zweiten Punkt betrifft, so würden sich vielleicht manche Schwierigkeiten erledigen, wenn man auch in der äußeren Anschauung die Fjorde ganz von dem Meere loslösen wollte, wie man es bezüglich ihrer Entstehung schon mit vollem Erfolge gethan hat. Ich möchte annehmen, daß der



schroffe und schmale Charakter, den wir von dem Querprofil der Fjorde schier unzertrennbar erachten, nur bei ihrer heutigen Eigenschaft als Meeresbuchten besteht. Als Meeresarme sind die Fjorde in der That ganz ungewöhnlich schmal und steil, und durch die Darstellung auf der Karte wird dieser Eindruck noch in wesentlichem Maße verstärkt; aber lasse man von dem Boden der Fjorde die heutige Meeresbedeckung verschwinden, denke man sich zwischen ihren Wänden Flüsse gezeichnet, so wird sich dieser Eindruck leicht in das Gegenteil verkehren. Durch den heutigen Meeresspiegel werden häufig auch die unteren sanfteren Neigungen der Fjordwände verhüllt, und man nimmt daher nur die oberen, steileren Abfälle wahr, wobei sich der Eindruck durch den Kontrast zwischen der Ruhe des Meeres und dem lebensvollen Aufstreben der Felsenwände häufig noch über die wahren Maße verstärkt.

Durch den Anblick der grönländischen Fjorde nicht minder, als jetzt bei meiner zweiten Fahrt durch den Anblick des norwegischen Egersundfjordes und seiner Arme, hat sich in mir der Eindruck befestigt, daß die Fjorde vielmehr außerordentlich breite Flußthäler sind. Durch einen Vergleich der betreffenden Maße, wie er sich nach den Seekarten und den Karten unserer Hochgebirgsthäler leicht ausführen läßt, wird man den Eindruck auch ohne persönlichen Anblick bestätigt finden.

Hierzu kommt, daß selbst die über den Meeresspiegel aufsteigenden Fjordwände häufig durchaus nicht den Anblick großer Steilheit gewähren, und daß man bei den Wänden der Hochgebirgsthäler häufig steilere Neigungen antreffen wird. Das Ötztal oder das Zillerthal z. B., vom Meere erfüllt, würden wahrscheinlich als ungewöhnlich enge und steile Fjorde erscheinen, und daß dieser Eindruck bei dem Vierwaldstätter See nicht aufkommt, wird man zweifellos der räumlichen Beschränkung der Wasserausfüllung und den vielfachen Unterbrechungen zuschreiben müssen, welche die steilen Wände durch flachere Thalböden erfahren.

Was den anderen Punkt, das nicht gleichmäßig absteigende, sondern alternirend auch aufsteigende Längsprofil der Fjordböden betrifft, so weicht diese Eigenschaft ja in der That von dem Typus einer Erosionsthalrinne ab; und unsere Hochthäler zeigen wohl ein gebrochenes, aber doch nur in weit beschränkterem Maße als die Fjorde ein ab- und ansteigendes Längsprofil. Eine Beckenbildung, die den Abfall der Thalrinne unterbricht, kommt häufig genug vor, und wohl um so häufiger, je höher wir unsere Hochgebirgsthäler aufwärts verfolgen; aber sie stellt dann nur eine Unterbrechung der Erosionskurve dar, sie beschränkt sich auf kleinere Strecken des Thals und umfaßt nicht das ganze Thalsystem, wie bei den Fjorden, wo in der Regel das Längsprofil in seiner ganzen Erstreckung Beckenform hat.

Diesen beckenförmigen Verlauf im Längsprofil der Fjordböden zu erklären, sind die verschiedenen Forscher, die sich mit der Fjordbildung beschäftigen,

jetzt hauptsächlich bemüht. Hier ist noch ein Feld, wo extreme Anhänger der Glacialerosion der aushöhlenden Thätigkeit der Gletscher ein weites Feld zuschreiben können, während gemäßigtere Ansichten die Bodenschwellen der Fjorde mehr auf die ablagernde Thätigkeit der Gletscher zurückführen. Hier fehlt statistisches Material über die Höhen- und Neigungsverhältnisse der Bodenschwellen und vor Allem auch über ihre Zusammensetzung. Ob sie aus anstehendem Fels, ob aus hinzugetragenen Schutt bestehen, ist der wichtigste Punkt; «das Problem würde sich seiner Lösung näher führen lassen, wenn es gelänge, eine Gegend ausfindig zu machen, in welcher die Bodenschwellen nicht nur trocken gelegt, sondern auch von dem Abflus der in Becken zurückgebliebenen Fjordseen durchschnitten wären».<sup>1)</sup>

Ob diese Voraussetzung, ein Trockenliegen früherer Fjorde, in den zahlreichen Fällen, die ich in Grönland gesehen habe, und auf die ich nunmehr zu sprechen komme, zutrifft, läßt sich nur in einzelnen Fällen entscheiden. Auf der Diskoinsel, in der Nähe von Jakobshavn und auch im Umanakfjorde finden sich zahlreiche Spuren eines postglacialen früheren Meeresstrandes über dem heutigen Niveau, und man wird daraus schließen müssen, daß viele der Felsenbecken, die heute Binnenseen enthalten, früher mit dem Meere in Zusammenhang gestanden haben und thatsächlich Fjordbuchten gewesen sind, wie zum Beispiel die beiden Seen bei Claushavn, südlich von dem großen Jakobshavner Eisfjord zwischen Tasiusak und dem Meer.<sup>2)</sup> Heute sind sie vom Meere getrennt, und ihr Wasser ist süß. Und wie diese beiden Seen, so hat sicher eine große Zahl anderer mit dem Meere in Verbindung gestanden, die heute infolge der Beckenform des Thalbodens noch vorhanden sind, und deren Ausflus den trennenden Felsenriegel überrieselt oder in selteneren Fällen durchschneidet.

Es ist allerdings schwer, den früheren Zustand als Fjordbuchten heute noch zu erweisen; aber dieser Punkt ist auch gar nicht so wichtig, denn ob der Meeresspiegel früher dort ein höherer war oder nicht, und ob infolgedessen eine Reihe der heute als Binnenseen vorhandenen Becken früher mit dem Meere in Verbindung stand und durch ihre Beckenform richtige Fjordbuchten war, das ändert an ihrem Charakter nichts und ändert vor Allem nichts an der That- sache, daß die heute vom Meere überschwemmten Becken, also die heutigen richtigen Fjordbuchten, und die heute vom Meer freien, in ihrem beckenförmigen Bodenprofil Binnenseen tragenden Thalzüge vollständig analoge Bildungen sind.

Denn der Wasserspiegel des Meeres in den Fjorden, wie der Spiegel der Binnenseen ist etwas durchaus Zufälliges, ein Moment, das heute wohl die Physiognomie des Landes in erster Linie beherrscht, aber sie in keiner Weise ursächlich begründet. Die Formen des Landes setzen sich ohne Unterbrechung

<sup>1)</sup> F. v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende, Seite 307.

<sup>2)</sup> Vgl. R. Hammer, Medd. om Grönl., IV.

unter den Wasserspiegel hinab ebenso fort, wie sie es oberhalb thun, und aus den zahlreichen Fällen, wo man die gerundeten Felsenformen des Bodens bei klarem Wasser auch noch in der Tiefe erkennt, ist ein unmittelbarer Rückschluss auf die Gegenden gestattet, wo die Wasserbedeckung den Boden unseren Blicken entzieht. Der Vergleich der über das Wasser emporragenden Formen, welche genau den Charakter der tieferen tragen, ist ein starker Anhalt, wenn man die vom Meere bedeckten Formen des Fjordbodens beurteilen will.

Haben wir also an der Westküste Grönlands vielleicht auch nicht trocken gelegte Fjorde, können wir es — besser gesagt — im Einzelnen nicht mehr erweisen, so haben wir doch überall Fjordthäler, d. h. Thalbildungen, welche den Fjordbildungen in jeder Beziehung gleichen und heute theils ganz trocken liegen, theils eine Reihe von Binnenseen enthalten, die den Charakter der meererfüllten Fjorde getreu nach der Höhe zu fortsetzen und diesen vollkommen gleichen würden, wenn ein stärkeres Vordringen des Meeres auch sie unter Wasser setzte. Und diese Thäler sind mit all ihren Becken zweifelloso Felsbildungen.

Es sei mir gestattet, hier in aller Kürze ein derartiges Thal zu beschreiben, und zwar das breite Thal, welches Herr O. Baschin und ich in den Tagen vom 3. bis 8. Juli 1891 zu verschiedenen Malen durchwandert haben, um vom Hintergrunde des Sermitdlet-Fjordes zum Sermilik-Eisstrom und zu dem Rande des Inlandeises auf dem Plateau südlich davon zu gelangen. Ich bemerke, daß dieses Thal wohl in Einzelheiten abweichend von anderen Fjordthälern gestaltet ist, daß es jedoch in den Hauptzügen den Typus der grönländischen Fjordthäler aufs Beste vertritt.

Das Thal hat eine Länge von etwa  $5\frac{1}{2}$  km und ist fast 1 km breit; es durchsetzt wie ein breiter, steil geschnittener Trog in gerader Richtung das aus Gneifs bestehende Küstenplateau von der Stelle, wo der Sermilik-Eisstrom von der Höhe des Inlandeises in den tiefen runden Kessel im Hintergrunde des Sermilik-Fjordes in wilder Kaskade etwa 600 m hinabstürzt, bis zum Ende des Sermitdlet-Fjordes. Östlich vom Thal wird durch das Plateau eine Höhe von durchschnittlich 600 m erreicht, die westliche Thalwand steigt in dem Ainuk zu etwa 700 m empor, die Höhe des Thalbodens beträgt 317 m; er senkt sich vom Sermilik-Fjord langsam aber stetig über die 305 m hohe heutige Wasserscheide hinweg gegen den Sermitdlet-Fjord, erreicht aber nicht dessen Spiegel, wie er ja auch hoch über dem Sermilik-Fjord begann, sondern endet in einem steilen, 211 m hohen Abfall und bildet damit das nördliche Ufer des Fjordes. Ein Abschluss in der Breite fehlt diesem Thal, was zwar nicht die Regel ist, doch häufig vorkommt; es ist also ein an beiden Seiten offener, gegen den Sermitdlet schwach geneigter Trog, dessen Grenzen durch die beiden tief eingeschnittenen Fjorde gebildet werden. Wo bei anderen Thälern ein Thalschluss vorhanden ist, erscheint er meist schroff und steil, wie die Seitenwände. Die Tiefe des Trogs beträgt im Durchschnitt 336 m, 283 m oben und 289 m unten am Sermitdlet-Fjord, wenn man die Höhe des

Ainuk unberücksichtigt läßt und von der Plateauhöhe (600 m) aus rechnet. Das Thal liegt also mit dem unteren Teil seines Thalbodens noch 211 m über dem heutigen Spiegel des Meeres.

Der Thalboden besteht aber nicht als Thalboden, wenn man so sagen darf, sondern als Fjordboden, d. h. in seinen soeben beschriebenen, sanft geneigten Verlauf sind Becken eingetieft, im Ganzen drei, von denen der Boden des untersten wohl fast bis zum Meeresspiegel hinabreicht, da der Spiegel des Binnensees, welcher ihn heute bedeckt, nur 41 m über dem Spiegel des Fjords liegt.

Der Zusammenhang des Thalbodens über diese Becken hinweg läßt sich unschwer erkennen, wenn man über die Becken hinüber visirt, und wird ja auch durch die Höhenverhältnisse der Thalsohle zwischen den Seen angezeigt. Die Becken sind Unterbrechungen in der steten Neigung des Thalbodens, aber durchaus in dem Charakter des Thals begründet.

Die Thalsohle unterscheidet sich dadurch von anderen Thälern, daß sie eine stärkere Schuttdecke trägt, als wir es sonst finden; sie ist derartig mit Steinblöcken bedeckt, daß die Seen heute ganz in den Schutt eingesenkt zu sein scheinen. Die Schuttbedeckung verursacht ein reicheres Moospolster und eine stärkere Entfaltung der Vegetation, infolge deren diese Thalsohle einen etwas ansprechenderen Anblick bietet, als ihn sonst die häufig rein felsigen Thalböden gewähren — aber sie ist trotzdem nur eine sekundäre Erscheinung, da sie den anstehenden Felsboden nur eben verhüllt.

Dieser selbst tritt hier und dort in gerundeten Felsen (*rochers moutonnés*) zu Tage, die in der Richtung vom Sermilik, also von Norden her, sanft aufsteigen und dann steil in der Richtung zum Sermitdlet, also nach Süden, abfallen. Diese Felsen bilden die eigentliche Umrandung der Seebecken, die heute ganz in den Schutt gebettet erscheinen, während dieser doch nur den felsigen Untergrund überkleidet.

Die heutige tiefe Lage der Seespiegel, wie auch die heutige Regelung der Abflußverhältnisse in diesem alten Thal ist allerdings zum Teil durch die Schuttverteilung bedingt; das ändert aber nichts daran, daß der Thalboden aus drei Felsenbecken besteht. Die felsige Umrandung der Becken ist nämlich nicht gleichmäßig geschlossen und hoch, sondern zwischen den Rundhöckern, die sich an einander reihend, die Umrandung der Becken bilden, sind Einsenkungen vorhanden; diese Einsenkungen waren ehemals in höherem Grad von Schutt erfüllt, als sie es heute sind, deshalb konnte der Wasserspiegel in den Seen einstmals in höherem Niveau stehen.

Die teilweise Entfernung des Schutts aus den Einsenkungen hat auch die heutigen, von den ehemaligen verschiedenen Abflußrichtungen geschaffen. Denn während die oben angeführten Höhenverhältnisse der Thalsohle und der Verlauf der Rundhöckerfelsen keinen Zweifel lassen, daß das allgemeine Gefälle des Thalbodens von Sermilik gegen den Sermitdlet hin gerichtet ist, so erfolgt



der heutige Abfluß des Thales nur etwa zur Hälfte zum Sermitdlet, zur anderen Hälfte zum Sermilik. Der erste, größte See gehört dem Sermitdlet-Fjorde, die beiden anderen, kleineren dem Sermilik zu; die Wasserscheide liegt heute zwischen dem ersten und zweiten See. Nur in der westlichen Hälfte des Thales wird sie durch Rundhöcker gebildet, die sich hier 48 m über die Thalsole erheben; im östlichen Teile liegt sie in einer Höhe von 305 m im Schutt, ohne erkennbaren Verlauf das Thal durchziehend, als eine Reihe unterirdisch unter Blockmassen stagnirender Lagunen, welche auch unterirdisch abfließen. Man erkennt diese Abflüsse nur daran, daß über ihnen keine feinere Erde und damit keine Vegetation haftet; so gewähren sie den Anblick von kahlen Steinstreifen zwischen den in reicherm Maße mit Moos und anderen Pflanzen bekleideten Blockhalden zu beiden Seiten. Ebenso unbestimmt wie die Wasserscheide sind auch diese Abflüsse: es ist nicht ein kräftiger Bach, der heute das Thal erfüllt, sondern es ist eine ganze Menge von unscheinbaren Wasserfäden, die unter den Blockmassen dahinsickern.

Von besonderer Wichtigkeit sind diese Bäche dort, wo sie die erwähnte felsige Umrandung der Seebecken durchfließen. Die Wasserscheide zeigt hier nichts Neues. Im westlichen Teile des Thales besteht sie aus Rundhöckern, deren vom Sermilik, also von Nord nach Süd, sanft aufsteigender Abhang ein Teil der Felsenwandung des zweiten Sees ist und sich ebenso sanft unter dessen Wasserspiegel hinabsenkt; hier sind die Felsen eben Wasserscheide und sind nicht durchschnitten. Einzelne Bäche rinnen zwischen den am Steilabfall der Rundhöcker angesammelten Blockmassen hinab zum ersten See und damit zum Sermitdlet-Fjord. Im östlichen Teile des Thales liegt die Wasserscheide, wie erwähnt, 305 m hoch, ganz im Schutt, der hier den felsigen Untergrund gänzlich verhüllt.

Der Abfluß des zweiten Sees zum dritten See passiert die Felsenumrandung zwischen zwei Rundhöckern, die sich kulissenartig vorschieben. Dieser Zwischenraum mag ehemals auch schutterfüllt gewesen und dann durch das fließende Wasser wieder eröffnet worden sein. Der Abfluß des dritten Sees zum Sermilik-Fjord durchquert die Felsenumrandung in einer steilen, tiefen Rinne, stellenweise mit senkrechten Wänden. Es ist dieses ein unzweideutiger Erosionsriß, der dadurch entstanden sein kann, daß die Erosion sich von der Seite des Sermilik-Fjordes rückwärts in die Felsenumrandung des Sees eingefressen und damit den See angezapft hat. Die ganze Struktur und der Kluftreichtum der Gneisfelsen legt dabei den Gedanken sehr nahe, daß sie eine der vielen Kluftflächen benutzt hat.

Dadurch ist zunächst dieser dritte See dem Sermilik tributär gemacht, während die ganze Thalsole von Sermilik an gegen den Sermitdlet hinneigt. Um den zweiten, mittelsten See konnte sich nun der Kampf entspinnen; auch bei ihm wurde in der erwähnten Weise die Abflußrichtung zum Sermilik gewonnen, und das darf uns nicht Wunder nehmen, wenn wir sehen, wieviel weiter der zweite See



vom ersten als vom dritten entfernt ist. Ein Abfluß, der sich durch den dritten See, also nach Norden, zum Sermilik herstellen mußte, hatte viel weniger Schutt fortzuschaffen, und durch die felsige Umrandung des zweiten Sees bot sich ihm ja der bequeme Weg zwischen den kulissenartig gegeneinander vorgeschobenen Rundhöckern. Nach Süden war in der östlichen Hälfte zwar auch die breite Lücke, wo heute die Wasserscheide das Thal, wenigstens sichtbar, nur im Schutt durchquert, aber der Weg durch diese Lücke war viel länger, und es war deshalb mehr Schutt fortzuschaffen. So wurde denn die Wasserscheide, die wegen der ganzen Neigung des Thals ehemals dicht am Sermilik gelegen haben muß, bis zwischen den ersten und zweiten See gegen den Sermitdlet hin verschoben.

Die Schlißflächen der Felsen sprechen deutlich dafür, daß das Thal ehemals der ganzen Länge nach in der Richtung vom Sermilik gegen den Sermitdlet hin von einem mächtigen Eisstrom durchströmt war.

Am meisten an Tiefe verloren hat der erste See, der heute dem Sermitdlet tributär ist; man erkennt an den Felsen, die ihn vom Sermitdlet trennen und gegen diesen Fjord hin 211 m abfallen, noch hoch hinauf Spuren seines ehemaligen Standes. Dieser See ist zugleich der tiefste gewesen, was damit zusammenhängen mag, daß an seinem oberen Ende in der Höhe des Thalbodens ein breites, trogförmiges Seitenthal dem alten Hauptthal einen mächtigen Nebeneisstrom zugeführt hat. Dieses Seitenthal ist ebenso, wie das Hauptthal, in die Felsen trogförmig eingeschnitten, unterscheidet sich aber von ihm durch seinen schroffen, felsigen Thalschluß, der direkt zur Plateauhöhe (ca. 600 m) hinaufführt. Sein Boden ist ebenfalls beckenförmig gestaltet und nur in geringem Maße mit Schutt bedeckt. Die so vereinigten Eisströme konnten naturgemäß in dem Schutt des Hauptthals doppelte Kraft entfalten.

Der Ausfluß des ersten Sees in den Sermitdlet-Fjord erfolgt in einer Breite, welche etwa den zehnten Theil der Breite des ganzen Thales beträgt. Die felsige Umrandung des Sees, welche von seinem Wasserspiegel (41 m ü. d. M.) aus ganz sanft emporsteigt, um dann auf der anderen Seite so schroff in den Sermitdlet hinabzufallen (211 m), ist durch den Ausfluß nicht durchschnitten, sondern hat an der östlichen Thalwand eine Lücke von etwa ein Zehntel Breite des Thales, und die Felsen steigen nun nicht allein nordsüdlich sanft in der Richtung des Thales an, sondern auch ostwestlich, also rechtwinklig dazu, von dem Abfluß her die rechte, westliche Thalwand hinan.

Ich habe an anderer Stelle (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1892, Heft I) ausgeführt, wie der Hintergrund des Sermitdlet-Fjordes in zweifacher Richtung aufsteigende Rundhöcker zeigt, was daher rührt, daß das geschilderte alte Thal einen Eisstrom barg, der rechtwinklig zu seiner bisherigen Stromrichtung weiter fließen mußte, sobald er den Sermitdlet-Fjord erreichte, indem er hier mit einem Gletscher zusammentraf, der, ihm gerade entgegen, südnördlich strömte. Der Ausfluß des ersten Sees zeigt schon diese veränderte Stromrichtung, indem

eben seine rechte Thalwand einmal nordsüdlich von dem ersten See her und dann auch rechtwinklig dazu, von Osten nach Westen, also von dem Ausfluß an die Thalwand hinan, quer auf seine Flußrichtung sanft geschliffen ansteigt.

Dafs ein Eisstrom auch den ersten See bis zu seinem Boden durchflossen hat, zeigen die aus seinem Wasserspiegel sanft aufsteigenden geglätteten Felsenflächen unzweideutig, aber der Ausfluß des Sees, also die Lücke der Felsenumrandung, muß ehemals schutterfüllt gewesen sein und den See bis zu größerer Tiefe aufgestaut haben, weil man heute noch Spuren des Seebodens auf den Felsflächen wahrnimmt.

Wir haben also in dem alten Fjordthal zwischen dem Sermilik- und Sermitdlet-Fjord drei Seebecken mit felsiger Umrandung. Bei dem ersten See hat diese Umrandung an der östlichen Thalwand eine tiefe Lücke, welche der heutige Ausfluß benutzt. Zwischen dem ersten und zweiten See liegt die heutige Wasserscheide, teils durch die felsige Umrandung des zweiten Sees gebildet, wo diese höher aufsteigt (353 m), teils im Schutt liegend (305 m), der hier die Lücke der Felsenumrandung an der östlichen Thalwand ausfüllt. Wie tief hier die Lücke in der Felsumfassung des Sees ist, läßt sich nicht nachweisen, weil die felsige Unterlage durch Schutt gänzlich verhüllt wird.

Zwischen dem zweiten und dritten See ist die zu beiden Becken gehörige Felsenumrandung lückenlos, bis auf den Raum zwischen zwei kulissenartig gegeneinander vorgeschobenen Rundhöckern, welche der Ausfluß benutzt, und der Felsenrand des dritten Sees gegen den Sermilik hin ist ganz lückenlos; er wird vermutlich auf einer Kluftfläche des Gneißes durch den Ausfluß durchschnitten.

Nach dem Gesagten kann man nicht anstehen, die drei Becken des alten Thals als Felsenbecken zu bezeichnen, wenn auch ihr Boden heute mit Schutt überkleidet ist, und wenn auch in den Felsenumrandungen Lücken vorhanden sind, in welchen der Abfluß heute durch Schutt fließt, und in denen die frühere stärkere Schuttausfüllung die Seen zu größeren Tiefen angestaut hat. Man darf sie Felsenbecken nennen, weil sie zum größten Teil auch heute noch sichtbar durch Felsen eingefast sind. Der alte Gletscher hat diese Becken durchmessen und dann nicht allein die Lücken in der Felsenumrandung durchströmt, sondern ist in der ganzen Breite des Thales auch über die Felsenumrandungen hinweggeströmt, wie denn auch die Thalwände bis auf die Plateauhöhe hinauf überall Spuren des Eisstroms tragen.

Legt man in diesem Thal ein Längsprofil durch die Lücken, so muß man heute den sichtbaren Abschluß der Lücken als einen Abschluß durch Schutt, also als eine Abdämmung bezeichnen; wenn man sich aber allen Schutt fortgeräumt denkt, zweifle ich nicht, dafs dann in den Lücken auch noch ein Felsenabschluß, d. h. also in einem durch die Lücken gelegten Längsprofil eine Felsbeckenbildung übrigbleiben wird. Man sieht es nur nicht, weil Schutt die Lücken verhüllt.

Denken wir uns dieses soeben beschriebene Thal unter den Meeresspiegel versenkt, so würden wir einen typischen Fjord vor uns erblicken, d. h. einen thalartigen Meeresarm, dessen Sohle aus drei Felsenbecken besteht. Die Umrandung der Becken würden je nach der Tiefe des Wassers Scheeren bilden, über oder unter dem Spiegel des Meeres, die Lücken der Felsenumrandung würden eine beschränkte, aber gute Einfahrt gewähren, ganz so wie es bei den Fjorden ist, die ausgezeichnete Häfen sind, aber durch ihren Scheerenreichtum keinen leichten Einlaß darbieten. Das Fjordthal wäre ein typischer Fjord; als Thal ist es breit, als Meeresarm wäre es eng, und der Verlauf seines Gefälls ist durch Beckenbildung unterbrochen.

An dem Beispiel dieser soeben beschriebenen Thalbildung, die bei anderer Lage des Meeresspiegels eine Fjordbildung wäre, können wir uns über die Besonderheiten der Fjorde einige Rechenschaft geben. Die Fjorde als Thäler zu fassen, ist uns geläufig, daß wir aber ihre Besonderheiten, also hauptsächlich den beckenförmigen Verlauf ihrer Sohlen, nicht mit den thalbildenden Kräften in Einklang zu setzen vermögen, liegt vielleicht daran, daß wir die Thäler heute, nach dem Fall der Spaltentheorie, allzu einseitig als Erosionsthäler auffassen. Unser Fjordthal ist kein Erosionthal, und ich bin sehr geneigt, diesen Schluß auch auf die Fjorde auszudehnen, die ich gesehen; das hindert aber durchaus nicht, sie als auf dem Land entstandene Thäler anzusehen.

Man hat bekanntlich die Ansicht vertreten, daß die Besonderheiten der Fjorde, also in erster Linie die Becken ihrer Sohle, der Gletschererosion zuzuschreiben sind, welche so die durch Wassererosion entstandenen Thäler verändert habe. Wollte man bei unsrem Fjordthal diese Annahme machen, so würde man der Thätigkeit der Gletscher nicht allein bei der Gestaltung der Becken in der Thalsohle, sondern bei der ganzen Bildung des Thals den Haupteinfluß zugestehen müssen, das ganze Thal müßte durch Gletscher erodirt sein, weil es durch Wasser nicht erodirt sein kann.

Nun ist die Kraftentfaltung der Gletscher Grönlands eine gewaltige gewesen, davon trägt das ganze Land die unzweideutigsten Spuren in anstehendem Fels; und der beste Kenner des Umanak-Distriktes, von dessen Bildungen wir sprechen, nämlich K. I. V. Steenstrup, läßt die Grenzen ihrer Wirksamkeit offen.

Wir sind auch bereit, der erodirenden Thätigkeit der Gletscher einen weitgehenden Einfluß zuzugestehen, denn da das Eis Thäler und Becken bis zum Boden durchmessen und geglättet hat, ist das Maß der Abnutzung nur eine Frage der Zeit.

Wenn indessen das Eis die Felsen, welche es erodirte, unvorbereitet fand, wäre die Art und Weise, wie sich die erodirende Kraft der Gletscher verteilte, schwer zu verstehen.

Man würde sich unmöglich darüber klar werden können, warum es an einer Stelle aus homogenem Material kurze Thalrisse ausgefurcht und an ihrem

Boden Becken gebildet hat, während es an anderer Stelle das Plateau nur glättete und mit einem wirren Gemenge von flachen Schalen und niedrigen runden Hügeln versah. Diese Schwierigkeit zwingt uns, die Formen, in denen die Gletschererosion einsetzen und die sie ausgestalten konnte, durch andere Kräfte vorgezeichnet zu denken, so daß die Gletscher sie nur ausgeräumt haben; im Rahmen der vorhandenen Formen lassen wir dann ebenfalls den Grad der erodirenden Gletscherkraft offen, zweifellos ist mit der Ausräumung und Entfernung des Schuttes auch eine Abnutzung des Untergrundes verbunden gewesen, die wir heute noch nicht abzugrenzen vermögen; aber vorbereitet müssen die Thalzüge der Seebecken gewesen sein, damit die Gletschererosion einsetzen, das gelockerte Material fortschaffen und den härteren anstehenden Fels herausarbeiten konnte.

Warum aber kann die vorbereitende Arbeit in den Fjordthälern Grönlands nicht wie in unseren Hochgebirgsthälern durch die Kraft des fließenden Wassers erfolgt sein? Den Grund, daß die Wassererosion sich seit der Eiszeit in den Gneisfelsen nirgends in merkbarer Weise bethätigt hat, daß weder der Thalschluß noch die Thalsohlen Spuren der spülenden oder sägenden Thätigkeit des Wassers verrathen, daß es über die durch Eis geglätteten Felsen völlig machtlos daherrinnt, diesen Grund allein wird man nicht für beweiskräftig halten, da man auch hier den Einfluß der Zeit zu berücksichtigen hat. Das Land könnte vor der Eiszeit ja weit längere Zeit vom fließenden Wasser bearbeitet sein.

Aber bei einer Bildung, wie dem von uns beschriebenen Fjordthal, und ebenso auch bei vielen anderen Thälern in dem Gneifsgebiet der Grönländischen Westküste würde es völlig rätselhaft bleiben, wie sich dort die Kraft des fließenden Wassers entfalten sollte. Für einen kräftigen Strom ist gar kein Raum zur Entwicklung gegeben, bei unserem Fjordthal fehlt sogar der Thalschluß, wo sich die Wasser zu gemeinsamer Thätigkeit sammeln müßten, und es ist völlig undenkbar, wie in diesem offenen Trog ein Fluß strömen sollte, der mit der Breite des Thals einigermaßen in Einklang stände.

Heute wird das Thal von einzelnen Bächen durchflossen, die aber zu der Bildung des Thals nicht in der geringsten Beziehung stehen; die auf das Thalgebiet gefallenen Niederschläge sickern in ihnen in die Seen und von dort in die Fjorde hinab. Ein Fluß, den man zu der Breite des Thals in ursächliche Beziehung setzen könnte, bedürfte einer gewissen Länge, um sich sammeln und entwickeln zu können, und diese Länge fehlt, die Länge des Thals ist mit der Breite nicht in Einklang zu bringen.

In den kreteischen und tertiären Ablagerungen der Halbinsel Nugsuak hat man richtige Erosionsthalssysteme; man kann dort erkennen, wie die Wasser sich sammeln, wie sie ihren Ursprung spülend erweitern, wie die vereinigte kräftigere Wassermasse die Schichten durchsägt; man kann dort die Nebenthäler vor dem Hauptthal erkennen und die Wirkungen der vereinigten und getrennten Kräfte aufs Schönste verfolgen — mit diesen Erosionsfurchen sind die Fjordthäler



des Gneifsgebiets nicht zu verwechseln. Sie durchschneiden kreuz und quer als breitgeschnittene Tröge den Fels, sie sind das Primäre in der Gestaltung des Bodens, die Bäche darin haben die Tröge benutzt, aber nicht gestaltet. Das sieht man deutlich in unsrem Fjordthal; die Bäche riechten sich nicht einmal nach der Neigung des Thals; was die Erosion dort leistet, durch Fortschaffen des Schutts und Erweiterung der Klüfte, wie beim Abfluß des dritten Sees in den Sermilik-Fjord, das leistet sie außer jeder Beziehung zu dem vorhandenen Thal. Dieses dient nur als tieferes Niveau und durch seine Beckenbildung als Sammelpunkt, aber nicht als Thal, das den erodirenden Kräften ihre Richtung anweist.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß unser Fjordthal in seiner heutigen, breiten, trogförmigen Gestalt ein Erzeugnis der ausräumenden Macht strömender Eismassen ist. Die Schiffe am Boden in die Becken hinein und aus ihnen hinaus, an den Wänden, über die Rundhöcker hinweg, sprechen unzweideutig dafür. Wir erwähnten schon, daß wir diese Kraft nicht abgrenzen können; denn da eine Abnutzung der harten Gneifs-felsen sichtbar im Rahmen der heutigen Formen stattgefunden hat, bleibt das mehr oder weniger dieser Wirkung in hartem Fels nur eine Frage der Zeit. Wir möchten jedoch nach den gleichgearteten Neubildungen auf dem Plateau annehmen, daß das Eis die Felsen in hohem Maße durch Verwitterung vorbereitet fand, da Spaltenfrost, Feuchtigkeit, und vor Allem die Sonnenstrahlen die harten Felsen aufs stärkste zersprengen und durchschneiden. Die verwitternden Kräfte zersetzen die Felsen, wie wir es schon an anderer Stelle ausgeführt haben, und die Klüfte im Gneifs werden dabei als willkommenen Wege benutzt. Man sieht heute schon wieder auf dem Plateau in dem durch die Eismassen früher geglätteten vorstehenden Felsen trogförmige Rinnen und flache Becken ausgesprengt, die sich nur durch ihre Dimensionen von den Fjordthälern und Felsenbecken des krystallinischen Küstensaums unterscheiden. Heute liegt in diesen durch Verwitterung ausgemeißelten Felsenformen noch der Schutt, welcher ehemals darin anstehend war; denke man sich ihn hinweggeräumt, so wird man wieder eine große Zahl von neuen Thal- und Seezügen vor sich erblicken. Wir möchten annehmen, daß auch die kurzen, trogartigen Thäler, die wir als Fjordthäler bezeichnet haben, auf diese Weise entstanden sind, und daß die Ausräumung der Schuttmassen dann durch die Gletscher der Vorzeit erfolgte, welche dabei ihrerseits auch noch den Untergrund abgenutzt und geglättet haben. In den weichen kretaceischen und tertiären Schiefern und Sandsteinen der Nugsuak-Halbinsel konnte das fließende Wasser seine spülende und sägende Wirkung entfalten und Erosionsrinnen schaffen, in den zerstückelten und zerteilten Gneifs-felsen Grönlands haben wir durch Gletscher ausgestaltete Verwitterungsthäler, und die Fjordthäler und Fjorde mit ihren Becken und Scheeren sind ihre vornehmsten Vertreter.

Auch bei den Erosionsthälern sehen wir ja häufig die Kraft des strömenden Eises bethätigt, aber es hatte dort leichtere Arbeit, denn da das fließende Wasser



mit der Bildung des Thals auch die stete Fortschaffung des Verwitterungsschutts bewirkt, so räumt bei den Erosionsthälern das Eis nur nach und schafft in der durch fließendes Wasser gegebenen Rinne auch die seiner Thätigkeit eigenen Formen; bei den Verwitterungsthälern dagegen bleibt der Schutt, wo der Felsen war, aus dem er entstand, und das Eis muß hier die ganze Ausräumung des Thals vollführen. Wenn es gelänge, eine Gegend zu finden, wo sich durch Eismassen nachgestaltete Erosions- und Verwitterungsthäler gemeinsam finden, dann wäre in dem Vergleich der in beiden bethätigten Gletscherkraft ein erster Anhalt zur quantitativen Erkenntnis der Gletschererosion in anstehendem Felsen geboten.

Eingang zur Davisstraße, an Bord der Brigg «Peru», den 29. Mai 1892.

---

Zur

# Entstehungsgeschichte des Bodensees.

---

Von

Dr. Robert Sieger.

Wien,

Mit einer Kartenskizze.





Mit Rücksicht auf die Arbeiten der Kommission zur naturwissenschaftlichen Erforschung des Bodensees und auf die Herstellung einer einheitlichen Isohypsenkarte des Sees und seiner Ufer veranstaltete die österreichische Regierung in den Jahren 1891 und 1892 Untersuchungen zur geologischen Geschichte des Bodenseebeckens unter Leitung von Professor A. Penck. Es bot sich mir in den Monaten August bis Oktober 1891 Gelegenheit zu freiwilligem Anschlusse an diese Unternehmung und damit zu einer Reihe von Beobachtungen, die ich zum Teil in den «Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung», XXI, 1892, S. 164—182, niedergelegt habe. Meine besondere Aufgabe war die Untersuchung der Frage nach dem Alter des Bodensees als See. Wann und auf welche Weise ist das Bodenseebecken zuerst von Wasser erfüllt worden? Wie hoch hinauf reichen Uferlinien einer einheitlichen Wasseransammlung, welche dem heutigen See im Umfang nahe kommt?

Die geologische Beschaffenheit der Bodenseeufer läßt sich im Überblick am besten aus der trefflichen geologischen Karte der Schweiz in 1 : 100 000, Blatt IV und V, entnehmen, die allerdings auch nicht das gesamte Gebiet umfaßt. Zur Ergänzung der Lücken sind insbesondere die württembergischen Aufnahmen in 1 : 50 000, sowie einzelne, zumeist ältere, geologisch kolorierte Blätter von Baden heranzuziehen; Monographien und Spezialkärtchen einzelner Gebiete liegen ebenfalls vor. Eine schärfere Scheidung der einzelnen quartären Ablagerungen zu gewinnen und insbesondere ihre Beziehungen zu der im bayrischen und schweizerischen Alpenvorlande gefundenen Gliederung des Quartärs zu untersuchen, war Aufgabe Penck's und seiner Begleiter, die hierbei von der älteren Arbeit Penck's über den Rheingletscher<sup>1)</sup> ausgehen konnten. An dieser Stelle können die allgemeinen Ergebnisse dieser Untersuchungen der letzten Jahre, die noch nicht veröffentlicht sind, naturgemäß keine ausführliche Erörterung finden, obwohl sie zum Teil bestimmend für die Grenzen meiner Arbeit waren.

Es sei hier nur in aller Kürze darauf hingewiesen, daß am Bodensee selbst drei, auch genetisch gesonderte Landschaftstypen auftreten. Auf

---

<sup>1)</sup> Jahresbericht der geogr. Ges. München, 1886.

größere Strecken hin bildet die Molasse das Ufer des Sees oder folgt demselben doch in geringer Entfernung. Im Verhältnis zu den steilen Abfällen ihrer Erhebungen erscheint die Oberfläche derselben nur wenig gewellt oder gencigt; mitunter ist auch ein stufenförmiges Ansteigen bemerkbar. Die einzelnen Erhebungen dieser Art werden durch Seearme, Flufsthäler oder größere Einsenkungen mit hügeligem Niederlande voneinander getrennt, so daß wir namentlich im Norden und Westen des Sees eine Anzahl einzelner langgestreckter Rücken oder breiterer Tafeln als geographische Einheiten herausheben können. Als Beispiele seien der Schiener Berg zwischen Rhein und Untersee, der Bodanrücken und die Allmannshöhe zwischen Untersee und Überlingersee, die Höhen zwischen dem letzteren und der Salerner Senke, sowie jene bei Meersburg und endlich die wegen ihrer prächtigen Alpenaussicht bekannten Erhebungen des Kurortes Heiligenberg, des «Höchsten» und des Göhrenberges, namhaft gemacht.

Diese Berge, deren Abfall in seinen unteren Teilen fast ausschließlich aus Molasse besteht, sind an ihrer Oberfläche zumeist von glacialen und fluvio-glacialen Ablagerungen bedeckt, die nicht selten auch den obersten Teil der Steilabfälle bilden. Die Moränen, Schotter und Nagelfluhbildungen sind hier von Fall zu Fall von sehr verschiedenem Alter. Denn das Gebiet des Bodensees ist mehrfacher Vereisung unterworfen gewesen. Sowohl die Verbreitungsgrenzen der drei Schottertypen, welche nach Penck und du Pasquier drei gesonderten Eiszeiten zugehören (Deckenschotter, Hochterrassen- und Niederterrassenschotter), als auch die «äußeren» Moränen der vorletzten und die «inneren» der letzten Vereisung reichen weit über das Uferland des Sees hinaus gegen Norden und Nordwesten. Damit ist auch sichergestellt, daß der Bodensee durchaus im Gebiete der jüngsten Vergletscherung liegt. Mindestens während ihres Höhepunktes reichte dieselbe über die Uferränder selbst des heutigen tiefeingeschnittenen Überlinger Sees hinaus, sofern diese Einsenkung damals überhaupt schon bestand.

Die beiden anderen Landschaftsformen stellen sich als Produkte des letzten Stadiums der Vereisung überhaupt dar und weisen bereits auf eine der heutigen ähnliche Bodengestaltung hin. Es ist dies einerseits die Zone der letzten Endmoränen, die sich in geringem Abstände von den heutigen Enden des Sees finden, anderseits die Landschaft der kleinen Moränenhügel, die sich gelegentlich in ziemlicher Ausdehnung zwischen die vorgeführten größeren Erhebungen einschibt. Beide entstammen einer Zeit, in welcher der Gletscher sich innerhalb der tiefsten Bodenfurchen hielt, jedoch kaum mehr über deren Rand hinaus anzuschwellen vermochte.<sup>1)</sup>

Die Endmoränen scharen sich besonders deutlich um das Ende des Überlinger Sees, vor dem die innerste derselben von Wahlwies nach Espa-

<sup>1)</sup> Sollte sich für dieses Stadium vielleicht das neuestens von A. M. Hansen, Vogt u. a. Norwegern angewendete Wort: «epiglacial» empfehlen? (Vgl. z. B. d. Norske geogr. selsk. årbog, III, 48 f.)



singen zieht, weiterhin östlich von Nenzingen um den Ausgang des Stockacher Thales. Bei Taisersdorf umkränzt ein schöner, 100 m hoher Moränenbogen das flache Thal der Salemer Aach; nach aufsen hin folgen mehrere ähnliche Bogen. Weniger deutlich ist die innerste Endmoräne im Westen des Seearmes von Radolfzell, die Penck 1892 verfolgte; aber auch sie schließt das Thal dieses Seearmes senkrecht auf seine Hauptrichtung ab. Aus dieser Anordnung der Moränenwälle geht hervor, daß zur Zeit der Entstehung jener letzten Endmoränen die erwähnten Einsenkungen des Bodens nicht nur bereits bestanden, sondern daß sich auch der Verlauf der Gletscherzungen nach ihnen richtete. Die handförmige Gliederung des Bodensees entspricht also auch der fächerförmigen Ausbreitung der letzten Zungen des zurückgehenden Rheingletschers.

Außerhalb jener innersten Moränenwälle, aber noch innerhalb der Endmoränenlandschaft, zwischen ihre einzelnen Bogen eingeschaltet, treten in scharfer Ausprägung ebenfalls bogenförmig verlaufende Thalzüge auf, die untereinander in mannigfachen Verbindungen stehen und im Verein mit den Moränenwällen den Charakter der Landschaft bestimmen. Die heutigen unbedeutenden Wasserläufe streben nach dem See hin und durchbrechen in ihrem untersten Laufe zum Teil in plötzlicher Umbiegung die Moränenwälle; jene älteren Abflusssrinnen hingegen führen in ihrem Gesamtverlaufe vom See hinweg. Ihre Vereinigungen und Verzweigungen weisen nach Westen, und sie setzen sich nach dieser Richtung in entsprechenden Thalzügen fort, die zum Teil nicht nur in quartäre Ablagerungen, sondern auch ins anstehende Gestein eingeschnitten sind. Ihr Verlauf ist unabhängig von den heutigen Bächen und Flüssen. Mitunter benutzen mehrere der letzteren nacheinander einen durchaus einheitlichen Thalzug eine Strecke weit, um dann in einen anderen abzuschwenken; mitunter erscheint das breite Thal vollkommen wasserleer oder wird bloß von Mühl- und Bewässerungsgräben durchzogen. Die Wasserscheiden sind flach und undeutlich, die heutigen Flußläufe reich an weiten Umwegen und plötzlichen Wendungen, so daß ihnen gegenüber jene Täler als einfach und ursprünglich sich darstellen. Die Singener Aach findet ihre natürliche Fortsetzung durch das heutige Biberthal nach dem Rhein, der Stockach standen an mehreren Stellen Wege nach dem Westen zu offen, in der That aber biegen beide Flüsse in ihrem untersten Laufe plötzlich nach dem See zu um. Die Salemer Aach beschreibt sogar zwei Biegungen im Angesicht niedriger Wasserscheiden bei Mimmenhausen und Ahausen. Auch die obere Salemer Aach und die mittlere Biber zwischen Thaïngen und Singen fließen der ursprünglichen Richtung des Gletschers, beziehungsweise seiner Abflüsse, entgegen. Daß hier eine noch recht junge Umkehrung des Gefälles vorliegt, ist außer Frage; hingegen ist es strittig, ob jene alten Thalzüge ehemalige Abflüsse eines Bodensees oder, wie im Folgenden dargethan werden soll, bloße Schmelzwasserrinnen der Eiszeit darstellen.

Die dritte hervorstechende Bodcnform am Gestade des Bodensees ist das glaciale Hügelland, welches in typischer Ausbildung den südlichen und westlichen Teil der Bodanhalbinsel zwischen Überlinger- und Untersee, die Gegend zwischen Uhldingen und Salem, jenc zwischen Meersburg, Markdorf und dem Schussenthale, sowie nördlich von Lindau zwischen Argen und Laiblach fast ganz einnimmt. Wir finden hier kleine linsenförmige Hügelchen aus Moränenmaterial in unregelmäßiger Weise nebeneinandergesetzt, und ihre Zwischenräume zumeist von Ried, Sumpf und kleinen Weihern eingenommen. Obwohl sich diese im Grundrisse elliptischen, seltener runden Hügel fast niemals zu längeren Reihen anordnen lassen, zeigt ihre Längsachse doch eine gemeinsame Richtung, nahezu Nordwest, und diese Richtung stimmt fast ganz überein mit jener der heutigen Seearme und der alten Gletscherarme, wie man sie nach den Endmoränen annehmen muß, sie stimmt auch überein mit den wenigen von uns beobachteten

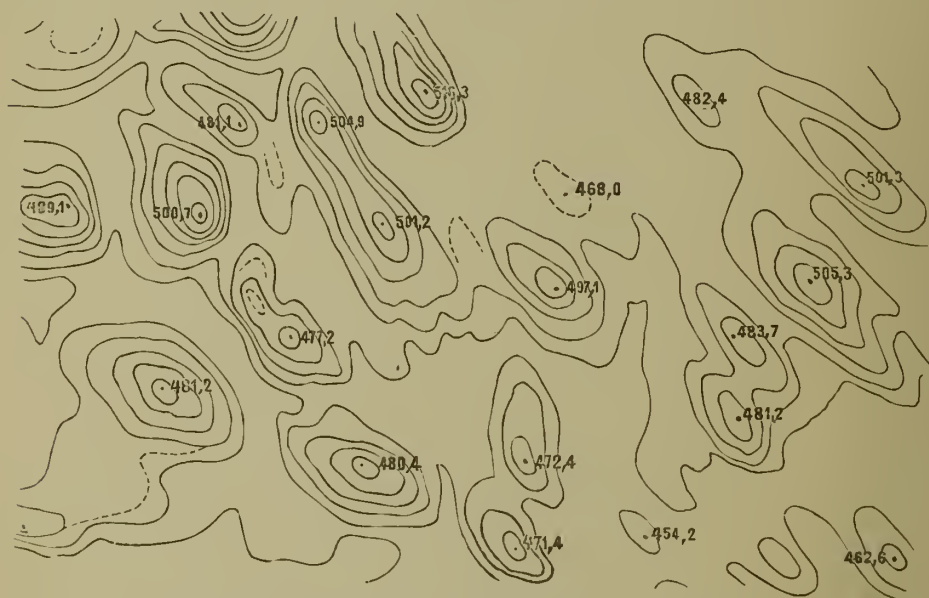


Fig. 1. Drumlins an dem Wege von Hegne nach Mainau.  
Nach der badischen Karte in 1:25 000. Isohypsen von 10 zu 10 Meter.

Gletscherschrammen. Diese Hügel halten sich ferner genau an die Grenzen der tiefsten Bodensenken; die höheren Molasseberge, welche andere glaciale Ablagerungen auf ihrem Rücken tragen, sind von ihnen frei geblieben. Ja nach der Karte des von mir nicht eingehend untersuchten Gebietes nordöstlich von Markdorf scheint die vorspringende Erhebung des Göhrenberges oberhalb Markdorf sogar eine Ablenkung in ihrer Richtung zu bewirken, indem die Längsachse bei den östlich davon gelegenen Hügelchen mehr nordöstlich sich wendet. Alle diese Umstände berechtigen wohl zu dem Schlusse, daß wir es hier mit Bildungen unter dem Eise des Gletschers zu thun haben, die sich erhalten konnten, weil sie durch keinen späteren Gletschervorstofs und auch nicht mehr durch

Anschwemmungen der Gletscherströme ausgeebnet wurden,<sup>1)</sup> Bildungen, die auch noch nicht durch andauernde Erosion ihrer Eigentümlichkeit beraubt worden sind — die also den letzten Rückzugsstadien des Gletschers angehören, als er bereits an die tiefen (vermutlich von ihm selbst geschaffenen) Thalfurchen gebunden war und kaum mehr deren Ränder erreichte oder überstieg.

Diese Hügel erscheinen somit als nächste Verwandte der *lenticular hills* oder *drumlins* der irischen, schottischen und nordamerikanischen Geologen, die man ebenfalls als subglaciale Bildungen anspricht. Ja man wird sie geradezu als Drumlins bezeichnen dürfen, wenn man einige besondere Eigentümlichkeiten unseres Vorkommens dabei hervorhebt. Die vorstehende Charakteristik habe ich absichtlich genau in den Worten wiedergegeben, wie ich sie wesentlich auf Grund genauer Untersuchung der Bodanhalbinsel vor Lektüre von Davis' Schilderung der Drumlins<sup>2)</sup> niedergeschrieben hatte. Man vergleiche jene mit dieser oder die entsprechenden Ausschnitte aus der Isohypsenkarte von Baden 1:25 000 (s. Fig. 1—3) mit Davis' Abbildungen Nr. 3 und 10<sup>3)</sup>, und es wird kaum ein Zweifel übrig bleiben, daß wir es mit der gleichen Erscheinung hier wie dort zu thun haben. Eigentümlich für das Bodenseegebiet ist einerseits, daß die Hügel zumeist sich enger aneinanderschmiegen, als dies in Amerika gewöhnlich der Fall ist — andererseits, daß sie kaum jemals jene langgestreckten Formen erreichen, die das irische Vorkommen nach Davis' Figur Nr. 1 auszeichnen.

Eine Anzahl von Probemessungen an der Isohypsenkarte ergab recht wechselnde absolute, aber überraschend gleichmäßige relative Dimensionen. Nach Davis schwankt die Länge der Drumlins zwischen  $\frac{1}{8}$  und 2 miles (also etwa 200 bis 3200 m), ja übersteigt den letzteren Betrag gelegentlich. Am Bodensee finden wir Hügelchen von wenigen Metern Längserstreckung, in der Regel beträgt die letztere aber einige hundert Meter und überschreitet kaum jemals erheblich den Betrag von einem Kilometer. Das Verhältnis der beiden Achsen hält sich nach Davis zwischen den Grenzen 1:1 und 1:6; am Bodensee ist 1:1 $\frac{1}{2}$  bis 1:2 $\frac{1}{2}$  das vorherrschende Verhältnis. Häufig sind ganz runde Grundrisse, aber auch die schmalsten Hügel erreichen das Verhältnis 1:5 nicht. Diese mehr gestreckten Hügel und zugleich diejenigen von größerer absoluter Länge pflegen sich aus mehreren



Fig. 2. Bei Güttingen.

<sup>1)</sup> Wie wir sehen werden, fehlen sie an der unteren Schussen und Argen, wo wir größere Wasseransammlungen der späteren Eiszeit annehmen müssen, und werden durch lacustrine und fluviale Schotter ersetzt.

<sup>2)</sup> Will. Morris Davis, The Distribution and Origin of Drumlins, Amer. Journal of Science XXVIII, No. 168, S. 407—416, Dec. 1884. Wright, The Ice Age in N. America, 1889, war mir zur Zeit der Niederschrift dieses Aufsatzes nicht zugänglich.

<sup>3)</sup> Science IV, No. 91, 31. October 1884, S. 418 ff.

Hügelköpfen zusammenzusetzen, die einen Teil ihrer Basis gemein haben, wie denn überhaupt des Öfteren zwei oder mehrere dieser Erhebungen ganz hart aneinander rücken. Die Höhe der Drumlins liegt nach Davis zwischen 20 und 250 Fuß oder nach seinem Aufsätze in der Science zwischen 50 und 2—300 Fuß, also im Extrem zwischen 6 und 90 Meter. Auch am Bodensee beträgt ihre Erhebung mitunter nur wenige Meter und erreicht bloß gelegentlich etwa 100 Meter, einen Betrag, hinter welchem sie zumeist weit zurückbleibt. Der Abfall zeigt ab und zu einen Unterschied zwischen einem steileren und einem sanfter abfallenden Ende; allein eine Regel, wonach die Steilseite vorn oder rückwärts im Sinne der Gletscherbewegung zu suchen wäre, wie dies bei gewissen Hügeln im Staate New York (Johnson bei Davis, S. 411) der Fall ist, läßt sich hier nicht aufstellen. In der überwältigenden Mehrzahl der Fälle kann man das Profil mit Davis' Worten als «gleichmäßig gewölbt und symmetrisch» bezeichnen. Die Seitenabfälle sind von ungemeiner Gleichmäßigkeit, sie besitzen in der Regel eine Neigung von fast genau 1 : 5 oder etwas mehr und bewegen sich fast ausschließlich zwischen 1 : 4 und 1 : 6, also 13 bis 18°, was ebenfalls innerhalb der von Davis gegebenen Grenzen von 10

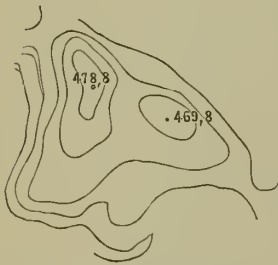


Fig. 3. Bei Radolfzell.

bis 20° liegt. Runde Hügel werden von den Isohypsen fast genau in gleichen Horizontalabständen umzogen; dasselbe ist zumeist der Fall mit den unteren Isohypsen der ovalen Hügel, so daß also in der Regel die Endabfälle ebenso stark geneigt sind, wie die Seitenabfälle. Wenn dennoch das Gesamtgefälle in der Längsrichtung innerhalb der von Davis angegebenen niedrigeren Werte (3 bis 10°) sich hält, so ist dies zumeist nur Schuld der sanften Längsneigung in den oberen

Teilen. Die Bodensee-Drumlins sehen also in ihrer Mehrzahl den Figuren 8 bis 10 bei Davis ähnlicher, als der Fig. 4 oder 5, obwohl auch die Formen der letzteren nicht selten sind. Halten sich somit diese Hügel in ihrer Form durchaus innerhalb der für die Drumlins geltend gemachten Grenzen, so entsprechen sie auch in ihrer Zusammensetzung der Beschaffenheit der letzteren. Es ist, wie erwähnt, Moränenmaterial, oft von lehmiger, aber auch von sandiger Beschaffenheit, mit unregelmäßig vertheilten, gekritzten Geschieben hier abgeschlossen, das nur selten und nur andeutungsweise eine unregelmäßige Schichtung erkennen läßt; daß der Kern einzelner Hügel aus der unterlagernden Molasse besteht, wird ebenfalls durch Aufschlüsse bezeugt. Diesem Untergrunde ist wohl auch der größere Sandreichtum unserer Vorkommen zuzuschreiben.

Da ähnliche Bildungen im deutschen Alpenvorlande meines Wissens bisher noch nicht beschrieben wurden — Professor Penck erinnerte sich übrigens, in Bayern Ähnliches beobachtet zu haben — hielt ich die ausführliche Behandlung dieses Landschaftstypus für gestattet. Fassen wir das Ergebnis der allgemeinen Betrachtung zusammen, welcher wir die Oberflächenformen am



Bodensee<sup>1)</sup> unterzogen haben, so läßt es sich dahin aussprechen, daß im letzten Stadium der Eiszeit die Bodeneinsenkung mindestens an Stelle der heutigen westlichen Seearme bereits bestand. Wir sehen sie zunächst noch von Eis erfüllt, welches sich allmählich zurückzog und eine Moräne hinter der anderen ablagerte. Beim weiteren Zurückgehen der Eiszungen sammelten sich zwischen ihnen und den letzten Endmoränen Schmelzwassermassen an, die zum Teil sich zu Seen aufstauten, zum Teil aber in der Moräne eine Bresche fanden oder herstellten. Das letztere war der Fall bei der Salemer Senke, die infolge ihrer höheren Lage weder, wie andere Gletscherbetten, heute einen Teil des Bodensees bildet, noch auch ihn früher jemals bildete. Das Thal bei Salem stellt eine nur sehr schwach seewärts geneigte Schotterfläche dar, die in der Gegend von Salem und Mimmehausen, wo ich sie durchquerte, durchaus horizontal geschichtete Ablagerungen, also solche des fließenden Wassers, aufweist. Weiter nach Süden hin, in der «Markdorfer Senke», geht die Oberflächenform wesentlich in die Hügellandschaft der Drumlins über. Der ursprüngliche, nordwärts gerichtete Gletscherabfluß und ebenso das später entgegengesetzt verlaufende Gefälle der Aach vermochte also den nördlichen Teil dieser Landschaft auszubebnen, nicht aber den höher gelegenen, südlichen. Dazu kommt, daß sich wahrscheinlich ein neuer Abfluß der Schmelzwasser nach dem Gletscher- oder Seearm von Überlingen darbot, den fluviatile Ablagerungen an der Straß von Mimmehausen nach Uhlhingen in 23 bis 38 m Erhebung ü. d. S. andeuten. Ein See scheint in der Salemer Senke nie bestanden zu haben. Ähnlich dürften die Verhältnisse an der Stockach sich entwickelt haben, wo westlich der Stadt Stockach sich ebenfalls Flußschotter innerhalb der Endmoräne finden.

In anderen Fällen entstand jedoch zwischen Endmoräne und Gletscher-

---

<sup>1)</sup> Hier kann nur von der geologischen Bedeutung der drei landschaftlichen Typen gesprochen werden. Ich möchte aber doch nicht unterlassen, in einer Fußnote ihre hohe Wichtigkeit für die Verkehrs- und Siedelungsgeschichte der Gegend hervorzuheben, die Schlatterer (Forschungen zur dtsh. Landes- und Volkskunde, V, Heft 7) nur gestreift hat, und die eine weitere Untersuchung verdiente. Im Allgemeinen sind die Höhen der Molasse und Nagelfluh reich an Burgen, Schlössern und Kapellen, während Dorf- und Stadtanlagen an ihrem Fuße fast nur auf Schuttkegeln und in Mündungsgebieten Raum finden. Die Endmoränenwälle erscheinen bald als Verkehrshindernisse, bald als natürlicher Straßendamm. Die eigentlichen Verkehrswege aber sind die bogenförmigen Trockenthäler, sofern sie miteinander in brauchbarer Verbindung stehen; ihnen folgen die Eisenbahnen. Die sumpfige Hügellandschaft ist menschlichen Ansiedlungen ungünstig, sie drängt dieselben teils an die Seegestade oder an den binnenländischen Fuß der Berge (z. B. im Innern der Bodanhalbinsel), teils in größere Senken oder Ebenen an den Flußläufen (Markdorf, Ravensburg, auch Tettnang, obwohl selbst am Bergrande gelegen) zurück. Wo geringere Besiedlung die Benutzung der gut besonnenen Köpfe als Felder oder Weinberge noch hintanhält, tragen sie zumeist kleine runde oder ovale Waldparzellen, und der Gegensatz derselben zu den dazwischenliegenden grünen Ried- und Sumpfwiesen ist so charakteristisch, daß man nach einer Waldkarte, z. B. in einem Teile der Bodanhalbinsel, die Verteilung der linsenförmigen Hügelchen ohne erheblichen Irrtum feststellen könnte. Anderwärts erinnern noch Flurnamen, wie Föhrenbühl, an das einstige Vorwalten ähnlicher Verhältnisse. Ob die Richtung dieser Drumlins einen ähnlichen Einfluß auf die Orientierung von Wegen, Feldern, Gärten, Häusern, ja vielleicht ganzen Ortschaften nimmt, wie ihn Davis in Amerika feststellte (S. 410), wäre ebenfalls genauerer Untersuchung wert.



ende eine Ansammlung stehender Gewässer, die ich in Folgendem als «Schmelzwassersee» bezeichne, zum Unterschied von den Stauseen im engeren Sinne, welche aus dem seitwärts von einem Eiskörper zwischen diesem und seinem Uferlande aufgestauten Wassermassen hervorgehen. Wir müssen erwarten, die Spuren beider Arten von Eisseen im heutigen Bodenseegebiete zu finden, und zwar neben den Ablagerungen des entstehenden oder fertigen Bodensees selbst. Ein petrographischer Unterschied älterer und jüngerer Seeuferbildungen, der irgendwie durchgreifend wäre, ist aber nicht zu erwarten. In dem einen wie dem anderen Falle ist das Gesteinsmaterial überwiegend alpines und Molasse-Geröll; vereinzelt Gerölle aus dem schwäbischen Jura können ebensowohl dem Bodensee, wie einem alten Eissee durch seine Zuflüsse zugetragen worden sein. Da ferner in beiden Fällen die Gerölle zuerst der Bearbeitung durch den Gletscher, dann jener durch das Wasser ausgesetzt waren, ist auch das Vorkommen von gekritzten Geschieben nur im Fall einer ganz besonderen Häufigkeit maßgebend. Verwitterungsgrad und Verwitterungsdecke endlich sind in hohem Maße von örtlichen Einflüssen abhängig. Es wird sich also zunächst nur darum handeln können, überhaupt festzustellen, wo und unter welchen Begleiterscheinungen sich lacustrine Ablagerungen in unserem Seegebiete finden. Dann erst wird aus genauer Erwägung sich entscheiden lassen, welche davon dem fertigen Bodensee, und welche örtlichen Wasseransammlungen aus der Rückzugsperiode des Eises angehören, endlich in welchen Beziehungen etwa die letzteren zur Entstehung des Bodensees selbst stehen mögen.

Lacustrine Ablagerungen als solche zu erkennen, ist nach der Definition und Charakteristik der Seeuferbildungen von v. Richthofen und Gilbert

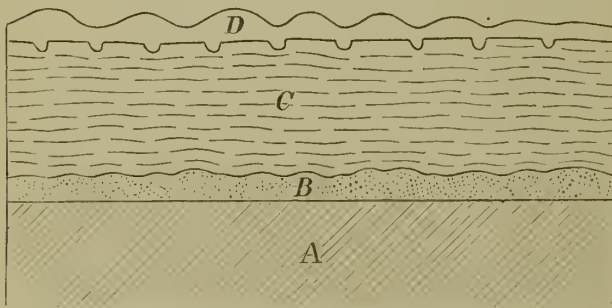


Fig. 4. Typus eines Deltas.

A: schräge gelagerte Schotter und Sande. B: discordant abschneidendes Band von horizontal gelagertem Sand oder feinem Kies. C: im Ganzen horizontal geschichtete Schotter und Sande.

D: Verwitterungslehm und Humus.

ziemlich leicht. Flüsse lagern ihre Schotter ganz oder nahezu horizontal ab, am Ufer der Seen erfolgt dagegen die Ablagerung nach Art einer zumeist sanft geneigten Schutthalde. Der Wechsel von See- und Flussschotterablagerungen, also schräge geschichtete Schotter und Sande, diskordant von horizontalen überlagert, stellt den Typus eines Deltas dar; da dasselbe in den

See vorgebaut ist, ist hier die Neigung der Schichten zumeist eine stärkere, und es zeigt sich ein «Auseinanderfallen» oder eine lockere Lagerung der Schichten. Unterhalb und seewärts des Deltas begegnet zuweilen ein

«Deltafufs» aus horizontal geschichtetem Sand oder sehr feinem Kies. Diese Erscheinung, die Penck 1892 am Ölrain bei Bregenz in typischer Ausprägung fand, rührt daher, daß der Fluß leichtere Sinkstoffe weiter mit sich zu führen vermag, als die schwereren Schotter. Sie muß genau im Auge behalten werden, da bei ungünstiger Lage der Aufschlüsse ihr zufolge leicht die irrige Vorstellung einer durchaus horizontalen Schichtfolge gewonnen werden könnte, wenn zufällig nur der oberste horizontale Teil eines Deltas und daneben sein Sandfufs aufgeschlossen sind. Wir finden am Bodensee auch mitunter gröbere Kiese oder Schotter in horizontaler Lagerung innerhalb, d. h. unterhalb und seewärts eines Kranzes von Uferbildungen. Auf diese läßt sich die Erklärung als Deltafufs nicht anwenden, sie müssen vielmehr entweder jüngeren oder älteren Ursprungs sein, als die benachbarten lacustrinen Ablagerungen.

Um die lacustrinen Ablagerungen in solche des Bodensees und solche von örtlichem Ursprunge sondern zu können, mit anderen Worten, um eine Grenze beider in Gestalt eines Maximalwasserstandes des Bodensees festzulegen, bieten sich zwei Wege. Einerseits läßt sich eine solche theoretisch aus der Erörterung der Abflußverhältnisse und der Abflußmöglichkeiten gewinnen, andererseits vermag die Beobachtung festzustellen, bis zu welcher Höhenlage hinauf sich zusammenhängende Uferlinien rund um den See verfolgen lassen. Beides wurde in einer verdienstlichen Arbeit von Otto Ammon im 13. Bande der «Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung» versucht. Der Verfasser derselben hielt sich jedoch ausschließlich an die Erscheinungen der Oberfläche, an Bodenstufen, Terrassen, Randabfälle u. s. w., ohne durch geognostische Untersuchung dieselben auch als See-Uferterrassen nachzuweisen. Ammon gelangte so zur Annahme eines ehemaligen Bodenseewasserstandes in der Maximalhöhe von 35 m über dem heutigen Wasserspiegel, während Penck, der in seiner Studie über den Rheingletscher zuerst den Gesichtspunkt der geologischen Zusammensetzung geltend machte, Seeuferbildungen bis zu einer Höhe von rund 30 m ü. d. S. an drei Stellen, nämlich in Bregenz, an der Goldach bei Horn nächst Arbon und bei Radolfzell feststellte.

Die annähernde Übereinstimmung dieser Resultate entspricht nun auch den Ergebnissen meiner Begehung der Bodenseeufer. Eine Höhenlinie in 30 m ü. d. S. bezeichnet ungefähr die oberste Grenze der häufigen und auf längere Strecken hin zusammenhängenden Seeuferbildungen, während oberhalb derselben lacustrine Ablagerungen in sehr wechselnder Höhe und nur vereinzelt auftreten.

Bei der folgenden Schilderung zunächst der zusammenhängenden Uferzone, dann der einzelnen höheren Vorkommen kann ich mich mit Rücksicht auf die beigegebene Karte und den Eingangs erwähnten Aufsatz hier etwas kürzer fassen.

Ein Gürtel lacustriner Uferbildungen, die bis zum Spiegel des

heutigen Sees hinabgehen, umgiebt den gesamten Bodensee; soweit nicht dessen Ufer unmittelbar von steilen Molassewänden gebildet werden, finden sich diese Ablagerungen überall aufgeschlossen. Die häufigsten Oberflächenhöhen dieser Vorkommen entsprechen den Isohypsen von 18 und 23 m ü. d. S. (415 und 420 m der badischen Karten)<sup>1)</sup>; ihre höchste Erhebung erreichen sie ungefähr mit 30 m ü. d. S. Diese Ablagerungen werden nirgends von einer Moräne überlagert; hingegen finden wir sie gelegentlich an die Moränen angelagert oder die letzteren von ihnen umschlossen oder umgelagert. Sie sind daher nach dem letzten Rückzuge des Eises von den betreffenden Örtlichkeiten entstanden.

In Bregenz selbst ist das seiner Zeit von Penck genannte Delta verwachsen; hingegen fand er 1892 ein solches am dortigen Ölrain, das in seiner Beschaffenheit noch auf eine große Nähe des Gletschers hinweist, dessen Abflusses es angehört, und wenig südlich von Bregenz in einem ganz frischen Aufschlusse bei Kennelbach ein zweites Delta, dessen Gerölle jenen der Bregenzer Aach entsprechen. Die ungefähre Höhe beider wurde mit rund 30 m ü. d. S. bestimmt. Bei Lindau am Fusse des Hoyerberges und westwärts davon bis Nonnenbach und Hemighofen traf ich zahlreiche Aufschlüsse mit Seeuferbildungen, deren Erhebung 26 m ü. d. S. erreicht. In dem breiten Thale der Argen und Schussen fehlen hingegen solche Ablagerungen, ebenso wie im Laiblachthal. Wir finden hier neben sandigen und lehmigen ungeschichteten Ablagerungen, namentlich an der Argen stark ausgeprägte, gegen den See hin schwach geneigte Schotterterrassen, die einem mächtigen, in den See mündenden Flusse entstammen. Diese Terrassen, die an der Argen eine ununterbrochene Reihenfolge vom heutigen Flußbette aufwärts bis etwa 15 m ü. d. S. darstellen, scheinen unter ihren horizontal gelagerten Schottern die etwa früher vorhandenen Seeuferbildungen zerstört und begraben zu haben. Westlich von der Ebene der Schussen und Argen begegnet man wieder bei Friedrichshafen Seeuferbildungen in geringer Höhe (18 m ü. d. S.), weiter westlich in gleicher Höhenlage damit aber Sand und Kies in wahrscheinlich horizontaler Lagerung. Das Hügelland N und NW von Friedrichshafen ist zum Theil so niedrig gelegen, daß man dort Spuren von Uferablagerungen vermuten darf; leider konnte gerade dieses Gebiet nicht mehr in den Rahmen meiner Untersuchung einbezogen werden. Östlich von Immenstaad treten in einer Terrasse von 18 m ü. d. S. typische schräge geschichtete Schotter an die

<sup>1)</sup> S. die Tabelle in meinem Aufsatz in den Schriften des Bodensee-Vereins und die dort gegebenen Häufigkeitszahlen. Eine Statistik kann hier allerdings nur ein ungefähres Bild geben, da in Gebieten mit vielen Aufschlüssen die Grenze zwischen selbständigen und zusammengehörigen Vorkommen schwer zu ziehen ist. Ich gebe daher neben der dortigen Liste hier eine andere, die auf den Zeichnungen im beifolgenden Kärtchen beruht. Die Maximalhöhen von Gruben und Grubenkomplexen, die auf demselben erscheinen, geben für schräge (oder wahrscheinlich schräge) Schotter und Deltabildungen folgende Häufigkeitsziffern: 15 m ü. d. S. 3 mal, 16 m 1 mal, 18 m 6 mal, 19 und 20 m je 2 mal, 21 m 2 mal, 22 m 1 mal, 23 m 7 mal, 24 m 3 mal, 26 m 2 mal, 28 und 29 m je 1 mal, «rund 30 m» 4 mal. Nimmt man statt der Komplexe sämtliche einzelnen beobachteten Aufschlüsse, so erscheinen die Höhen um 18 und 23 m noch häufiger.



Straße nach Kluftern heran, und dieselben finden sich in mehreren Gruben in und um Immenstaad aufgeschlossen. Die meisten Aufschlüsse gehören einer Terrasse in der erwähnten Höhe an, ein Delta bei Hersberg erreicht aber die Oberflächenhöhe von 28 m ü. d. S. Am Überlinger See mit seinen Molasse-Ufern zeigen sich Seeuferbildungen unter 30 m Höhe nur selten, so zwischen Nufsdorf und Überlingen in 20, zwischen Espasingen und Wahlwies in 24 m ü. d. S. — und weniger deutlich bei Nufsdorf in 29 m ü. d. S., wo sich höhergelegene Ablagerungen verwandter Art unmittelbar anschließen. Der Mangel jedweder Spur eines Stockach-Deltas zeigt, daß dieser Fluß erst seit kurzer Zeit in den Überlinger See münden kann. Um so reichlicher treten Seeuferbildungen an der südöstlichen Spitze der Bodanhalbinsel auf. Der Kranz von lacustrinen Ablagerungen, der hier am Rande des Loretowaldes aufgeschlossen ist und seine Fortsetzung in einer fast ununterbrochenen Reihe von Terrassen und Uferbildungen des Untersees findet, reicht bis etwa 6 m ü. d. Seespiegel hinab. Er beweist uns in Verbindung mit den gegenüberliegenden Seeuferbildungen von Bottighofen auf der Schweizer Seite in 16 m Höhe ü. d. S., daß bei einem Wasserstande von 15 bis 21 m über dem heutigen See die Verbindung zwischen Ober- und Untersee ein Seearm und kein Flußlauf war, ein Zustand, der übrigens — wie eine einfache, an jede Isohypsenkarte zu knüpfende Betrachtung zeigt — auch noch bei viel niedrigerem Wasserstande fortbestehen mußte.

Am Nordufer des Untersees erheben sich die lacustrinen Bildungen bis 23 m ü. d. S., dieselbe Oberflächenhöhe ergab sich für das von Penck schon 1886 namhaft gemachte Delta bei Radolfzell, und auf der Insel Reichenau wird der aus Moräne bestehende Kern der Insel von Seeschottern eingeschlossen, die ein Aufschluß in 18 m ü. d. S. bloßlegt. Den Typus einer Uferzone, in welcher die Mündungen einstiger Flußrinnen deutlich nachweisbar sind, zeigen aber die schrägen Schotter von Böhringen, Überlingen a. R. und Bohlingen in 15 bis 24 m Oberflächenhöhe, deren Verbindungsbogen das einstige Ende des Überlingersees während des Wasserstandes von 23 m ü. d. S. darstellt. Dieselben sind an einer Stelle bis zu 8 m ü. d. S. hinab aufgeschlossen. Hier finden sich jedoch auch innerhalb des Uferbogens ein paar Aufschlüsse mit horizontalgelagertem Kies und Sand, deren Schotter zu grobkörnig ist, um die Deutung als Deltafuß zuzulassen. Der völlige Mangel gekritzter Geschiebe bei diesen niedrig (8 bis 18 m) gelegenen Ablagerungen läßt es sehr zweifelhaft erscheinen, ob sie fluvioglacialen Ursprungs sind. Anderseits zeigt ein Profil bei Böhringen (Fig. 5), nicht weit von einem zweifellosen Delta ähnliche horizontale Schichten von schrägen Schottern überlagert, deren lockere Lagerung die Annahme einer Deltabildung ebenso nahe legt, wie die heutige Oberflächengestaltung. Die Grenze beider Ablagerungen in 20 m ü. d. S. bildet ein sehr deutliches, horizontal gelagertes Sandband, das nach oben hin Ausläufer entsendet. Da das häufige Vorkommen von Geröllen aus dem schwäbischen Jura in dem horizontalen Kiese zeigt, daß der be-

treffende Wasserlauf nicht von dem Gletscher oder Sec herkam, sondern demselben zufließt, bleibt kaum eine andere Annahme über, als daß in diesem typischen

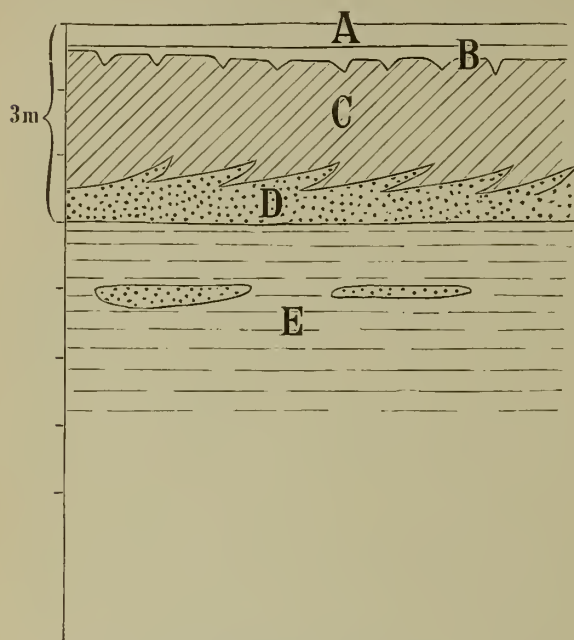


Fig. 5. Profil am Föhrenbühl bei Böhringen. Oberfläche 23 m ü. d. S.

A: 0,3 m Bodenkrume. B: 0,1 bis 0,3 m Verwitterungslehm. C: schräge geschichtete Schotter. D: Sand. E: horizontal geschichteter Kies mit Sand.

identisch ist mit einem von mir in 25 m Höhe angetroffenen nicht sehr deutlichen, aber noch ziemlich frischen Aufschlusse in der Uferterrasse dieses Flüschens, dessen unten horizontale, oben sehr unregelmäßige Schichtung und dessen Reichtum an unregelmäßig verteilten größeren und eckigen Stücken die Auffassung — wenigstens des oberen Teils — als Moräne nahelegt, obwohl ich keine gekritzten Geschiebe fand.

Finden sich so unterhalb 30 m Höhe ü. d. S. Strandbildungen rings um den Bodensee, so erscheinen sie in größerer Höhe nur an gewissen begrenzten Örtlichkeiten: am Tettlinger Forst, zu beiden Seiten des Überlinger Sees und in dem Hügelschwarze der westlichen Bodanhalbinsel. Am Tettlinger Forst springen zwei Terrassen in etwa 45 und 65 m Höhe ü. d. S., deren nördlichster Teil zu einem Steilabfalle verschmilzt, als Konvexbogen gegen den See und das Tettlinger Moos hin vor. Sie schließen lacustrine Bildungen in erheblicher Mächtigkeit auf. Im Innern der Bodanhalbinsel zeigen sich Seeuferbildungen an der Einsenkung des Mindelsees bis 33 m ü. d. S., an jener des heutzutage fast ganz vermoorten Sees von Kaltbrunn an verschiedenen Stellen bis 32, 41 und 53 m ü. d. S. aufgeschlossen. Zu beiden Seiten des

Mündungsgebiet die Lage der Flusarme und die Gestalt des Deltas häufigem Wechsel unterworfen war. In demselben Sinne sprechen verschiedene Altwasser und Kolke.

An der Halbinsel des Schicner Berges, sowie am schweizerischen Südufer des Bodensees treten Seeuferbildungen nur gelegentlich auf; bloß wo die Abfälle der Molasse weiter vom Ufer zurücktraten und wo Bäche einmündeten, war Raum zur Ablagerung lacustriner Sedimente geboten, die sich westlich von Romanshorn bis gegen 25 m ü. d. S. erheben. Sehr zweifelhaft bleibt, ob das von Penck erwähnte Vorkommen an der Goldach in rund 30 m ü. d. S.



Überlinger Sees an Stellen, wo die Steilufer der Molasse zurücktreten und quartären Ablagerungen Raum lassen, finden sich bei Nufsdorf in 29 m (s. oben) und 33 m, im Breitenhardt und Egelsec bei Ober-Uhldingen in 33, 37 und 42 m, bei Wallhausen in 35 m Maximalhöhe schräge geschichtete Schotter und Sande aufgeschlossen, zu welchen die später zu erwähnenden Uferbildungen bei Stahringen in 43 m Höhe ü. d. S. hinzukommen. Es erscheinen hier überall lokale Uferlinien von sehr wechselnder Höhe, die meist nur begrenzte Ausbuchtungen auf einer Seite des Sees umschließen. Jene auf der Bodanhalbinsel entsprechen überdies noch heute bestehenden und teilweise von Wasser eingenommenen Einsenkungen, die selbst bei einer erheblichen Anschwellung des Bodensees mit ihm nur durch schmale flussartige Wasserarme verbunden wären.

Trotzdem mag man es vorziehen, sich auch diese örtlich begrenzten Vorkommen als Reste einstiger, den gesamten Sec umschließender Uferlinien vorzustellen, die eben nur infolge ihres höheren Alters der Erosion stärker ausgesetzt waren, als die gut erhaltenen niedrigen Uferlinien. Allerdings sieht es nicht aus, als ob die Wirksamkeit der Erosion und Denudation in der unmittelbaren Umgebung des Sees seit dem letzten Zurückweichen des Eises eine sehr erhebliche gewesen wäre. Wir sehen die heutigen dem Sec zugewendeten Flußläufe der Stoekach und Singener (Radolfzeller) Aach nur wenig eingeschnitten, wir sehen die linsenförmigen Hügel in ihrer Form und Größe nur wenig verändert, zumeist lediglich von einer sehr dünnen Verwitterungsschicht bedeckt. Wir sehen die Deltalandschaft von Überlingen a. R. mit ihren Altwässern, Mulden und Kolken so trefflich erhalten, als wäre sie erst in allerjüngster Zeit vom Wasser verlassen worden. Wir sehen endlich noch 23 m ü. d. S. die Uferlinien und Terrassen so gut erhalten, wir sehen die höheren Tettninger Terrassen so scharf ausgeprägt, daß es schwer wird, anzunehmen, benachbarte etwas ältere oder selbst gleich alte Uferlinien hätten eine vollständige Abtragung und Zerstörung erfahren.

Indes sind diese Gründe nicht durchschlagend. Wichtigere gewinnen wir, sobald wir die einzelnen Vorkommen getrennt ins Auge fassen. Der Tettninger Schotterterrasse von 45 m ü. d. S. entsprechen jenseits der Argen N. von Betznau Deltabildungen in gleicher Höhe, welche jedoch von einer Moräne überlagert werden. Dadurch wird es wahrscheinlich, daß auch diese untere Tettninger Terrasse, und ebenso die ältere und höhere oberhalb derselben, einer Zeit vor dem endgültigen Zurückweichen des Eises aus dieser Gegend entstammt. Wahrscheinlich stellte damals die heutige «Argen- und Schussenbucht» einen Stausee in der Flanke des Gletschers dar, und das Eis bildete das Gegenufer jener Küsten. Im Bereiche des Kaltbrunner Sees lassen sich Anzeichen, allerdings von geringer Sicherheit, finden, die dafür sprechen, daß seine Verbindung mit dem Untersee durch einen kleinen Flußlauf hergestellt wurde. Das Entscheidende aber sind die Verhältnisse, welche sich am Überlinger See nachweisen lassen.

Wir erkennen hier, daß es eine Zeit gab, in welcher in verschiedenen

Teilen des heutigen Bodensees auch verschiedene Wasserstände herrschten. Bei einem Stande von etwa 43 bis 46 m ü. d. S., der also den höchsten Spuren lacustriner Ablagerungen an diesem Teile des Bodensees entspricht, würden ihm die heutigen Oberflächenverhältnisse einen Abfluß zwischen dem Bodanrücken und der Homburg hindurch nach Süden hin gestatten. Da die Wasserscheide hier eine typische Thalwasserscheide ist, die im Laufe der Zeiten durch Auffüllung von den Thalgehängen her erhöht wurde, mag sogar in früherer Zeit ihre Höhe ü. d. S. eine etwas geringere gewesen sein. Sie lag auch nicht ganz genau an ihrer heutigen Stelle, da wir noch etwas südlicher bei Stahringen über dem Tertiär lacustrine Ablagerungen von 43 m Oberflächenhöhe finden. Unmittelbar an dieser Stelle beginnt nun ein heutzutage von einem ganz unbedeutenden Wässerchen durchzogenes breites Thal, das Sauried, das durch die Form seiner Windungen sich als ehemaliger Flußlauf erweist und überdies an mehreren Stellen zwischen 33 und 48 m ü. d. S. horizontal gelagerte Schotter aufschlieft. Dieses Thal mündet nun aber in das Deltagebiet am Untersee bei Böhlingen und Überlingen a. R., wo sich seine Ufer bis zu den erwähnten Deltabildungen in 23 m Höhe ü. d. S. verfolgen lassen.<sup>1)</sup>

Bei einem Wasserstande von etwa 45 m ü. d. S. besaß also der Überlinger See einen Abfluß in einen rund 20 m tiefer gelegenen Untersee. Dies konnte nur der Fall sein, wenn an der Stelle im Osten, wo heutzutage eine Verbindung zwischen beiden Seearmen durch den Obersee und Rhein besteht, diese entweder gänzlich fehlte oder durch einen Fluß von dem riesigen Gefälle von 20 m hergestellt wurde. Das letztere wird nun höchst unwahrscheinlich gemacht durch die Beobachtungen, die erweisen, daß bei einem Wasserstande von 22 m und darunter an jener Stelle thatsächlich ein breiter See-arm bestand — und ebenso belehrt uns eine einfache Erwägung, daß die gewaltigen Dimensionen, welche einem solchen Flusse bei diesem oder gar einem noch 20 m höheren Wasserstande zukämen, eine rasche Ausgleichung des Niveaus herbeiführen hätten müssen. Wir müssen also annehmen, daß eine Verbindung an Stelle des heutigen Constanzer Rheins gänzlich fehlte. Wodurch konnte aber die heute spurlos verschwundene Absperrung an jener Stelle eher

---

<sup>1)</sup> Nach unserer Karte sieht es aus, als ob von Stahringen eine Verbindung etwa in demselben Niveau mit der dortigen Wasserscheide längs der Eisenbahn nach Radolfzell dem Seeabflusse zu Gebote gestanden hätte. Dies ist aber nicht der Fall, die Bahn ist vielmehr gezwungen, ihren Weg durch einen Tunnel zu nehmen. Gegen die Annahme, daß das Sauried nicht der Abfluß des Überlinger Sees sei, sondern lediglich kleineren Wasserläufen angehöre, die ihm von Westen und in minimalen Betrage auch von Osten her zukamen, spricht seine Tiefe und Breite. Es wurde von einem mächtigen Strome erodiert, und zwar vermutlich schon von dem Abflusse des Überlinger Gletschers, worauf fluvioglaciale Schotter beim Bodmänner Friedhof hinweisen. Daß endlich der Überlinger See einen anderen Abfluß durch eine der heutigen Stockach entsprechende Bresche in der Endmoräne von Wahlwies nicht besaß, zeigt das häufige Vorkommen von schwäbischen Jurageröllen in den Schottern außerhalb jener Moräne. Wir haben also an dieser den See begrenzenden Moräne weder Zuflüsse (s. oben), noch Abflüsse des Sees anzunehmen; vielleicht eher Zuflüsse zum «Sauried».

bewirkt werden, als durch das Eis, das in einem Teile des Bodenseebeckens noch lag?

War eine solche Eisabspernung bei Constanx vorhanden, so entsteht die weitere Frage, ob eine Verbindung zwischen Überlinger und Obersee (im engeren Wortsinne) bestand, ob also das Eis einen gemeinsamen großen Obersee vom Untersee trennte oder ob auch der Überlinger See selbständig war. Im ersteren Falle müßten wir entweder einen isolirten Eisklumpen annehmen, der die Gegend von Constanx und die südöstliche Bodanhalbinsel bedeckte, oder einen schmalen Eisstreifen, der den südlichen Teil des Ober- und östlichen Überlingersees einnahm, im Norden aber eine Verbindung offen liefs. Beide Annahmen sind nicht blofs unwahrscheinlich, sondern auch ungenügend zur Erklärung einer längeren Andauer des vorgelührten Zustandes. Dagegen erklärt sich derselbe einfach und zufriedenstellend, wenn wir annehmen, dafs das Eis damals noch den ganzen Obersee einnahm und in die beiden Arme Überlinger- und Untersee noch eine Strecke weit hineinreichte. In diesen beiden Becken mußten sich vor der Eiskante Schmelzwasserseen ansammeln, von welchen der nördliche, im Überlinger Seebecken, durch mächtige Moränenwälle am Abfliefsen gehindert, höher anschwoh als der südliche im Unterseebecken. Dieser letztere stellt somit die niedrigste Wasseransammlung dieser Art dar, deren Niveau für den späteren gemeinsamen Bodensee maßgebend werden mußte, sobald durch das Zurückweichen des Eises die freie Verbindung hergestellt war.

Die Uferbildungen am Überlinger See in etwa 45 m Höhe ü. d. S. gehören also einer kleineren Wasseransammlung zwischen Eis und Moräne an, sie liegen über dem Maximalwasserstande eines gemeinsamen Bodensees — und somit liegen auch alle anderwärts vorgelundenen Uferlinien in 45 m und größeren Höhen ebenfalls oberhalb dieses Maximalwertes. Andererseits sind die höchst gelegenen Uferbildungen, die wir am Untersee antrafen, in 24 m ü. d. S. zu finden. Zwischen diesen beiden Grenzen muß also der Maximalwasserstand eines Bodensees erwartet werden und zwar in größerer Nähe des unteren Grenzwertes. Hier setzen unsere Beobachtungen ein, nach welchen die Dreifsigmeterlinie die oberste Grenze einer Zone häufiger Strandablagcrungen am gesamten Bodensee bildet. Diese Zahl, die natürlich nur einen Annäherungswert darstellt, wird als solcher auch durch die schon von Ammon verfolgten Terrassenbildungen bestätigt, und wir dürfen das Niveau von rund 30 m ü. d. S. somit als Maximalniveau eines einheitlichen Bodensees bezeichnen.

Zu demselben Schlusse führt uns aber auch auf mehr theoretischem Wege eine Betrachtung der Abflufsmöglichkeiten. Der Untersee konnte sich überhaupt kaum bis 30 m ü. d. S. oder etwas darüber erheben, ohne an zwei Stellen überzufliefsen, und zwar einerseits an der Wasserscheide zwischen Aach und Biber, andererseits an der Stelle seines heutigen Abflusses bei Stein a. Rh.



Die erstgenannte Wasserscheide liegt heutzutage in 23 m ü. d. S. und ist un-  
gemein flach. Doch ist diese Wasserscheide offenbar erst nach der Umkehrung  
der Aach gegen den See zu entstanden. Die Stelle, wo ein etwaiger Ausfluß  
des Sees die Moräne durchbrechen mußte, ist vielmehr weiter östlich zu suchen  
und wird durch das Engerrücken der Isohypsen auf der badischen Karte ganz  
deutlich bezeichnet. Durch die Erosion der Aach ist ihre ehemalige Höhenlage  
verschleiert, sie kann sich jedoch nicht beträchtlich über die Höhe der heutigen  
Wasserscheide erhoben haben. Die Karte zeigt an dieser Stelle, die einer ge-  
naueren Untersuchung noch zu unterziehen wäre, eine sehr deutliche Fluszufer-  
terrasse beiderseits des Aachthales in rund 23 bis 25 m H. ü. d. S., von der dann  
das Land nach Norden hin nur sehr flach ansteigt. Wenn auch der Bestand  
eines Abflusses an dieser Stelle aus den Beobachtungen nicht unmittelbar hervor-  
geht, machen ihn doch die Niveauverhältnisse bei dem angegebenen Wasserstande  
sehr wahrscheinlich.

An der heutigen Abflußrinne des Untersees treffen wir lacustrine Ab-  
lagerungen nur wenig östlich von Eschenz, also fast genau an der gegenwärtigen  
Grenze zwischen See und Fluß. Ja diese Deltabildungen, die bis  
15 m ü. d. S. aufgeschlossen sind — (ein höherer Aufschluß ist leider verstürzt)  
— fallen in den Bereich desselben Schuttkegels, der gegenwärtig die von Honsell  
so genannte «Enge von Stiegen» bildet. Horizontale Schotterablage-  
rungen beginnen dagegen unmittelbar westlich von dieser Örtlichkeit und sind  
dort in Höhen von etwa 48 m ü. d. S. bis nahe an den Fluß herab aufgeschlossen:  
Seeuferbildungen fehlen hingegen hier völlig. Die horizontalen Schotter und Sande  
zeigen jedoch ihrerseits Verschiedenheiten: Die Vorkommen bei Kaltenbach in  
48 m und am «Rain» bei Eschenz in 35 m Höhe ü. d. S. zeigen sich so  
stark von der unmittelbaren Nähe eines Gletschers beeinflusst, daß man sie nur  
als «geschichtete Schottermoräne» ansehen kann. Östlich von Kaltenbach in 28 m  
Höhe ü. d. S. und in einem wenig deutlichen Aufschlusse in der Bünt bei Eschenz  
in rund 30 m Höhe ü. d. S. finden sich gekritzte Geschiebe nicht selten, während  
im Schotter und Sande bei Wagenhausen (12 m ü. d. S.) keine solchen gefunden  
wurden. Im Übrigen stellen die drei letztgenannten Vorkommen durchaus regel-  
mäßig gelagerte Flußschotter dar, in denen ja gekritzte Geschiebe sich auch  
anderwärts erhalten haben.

Die scharfe Grenze zwischen Fluß und See ist überraschend deutlich;  
auffällig ist aber vielleicht der Umstand, daß der Fluß schon so nahe seinem Aus-  
tritte aus dem See Schotter abgelagert haben soll. Doch ist hier zu erwägen,  
daß die Grenze bei Eschenz uns bloß die weiteste Grenze des Sees bezeichnet,  
über die er nie erheblich nach Westen gereicht haben kann. Wir sehen sie that-  
sächlich erreicht, als der See 15 m über seinem heutigen Niveau stand und sein  
Abfluß rund 2 km abwärts bei Wagenhausen eine Terrasse in 12 m Höhe ü. d. S.  
bildete. Vorher mag der Fluß bei höherem Wasserstande, der ihn stark ver-

breiterte, weiter hinauf gereicht haben, wie sich ja auch heute die Strömung schon innerhalb des Untersees allmählich entwickelt. Der ganze südliche Arm des Untersees scheint ursprünglich eine Abflusssrinne — und unsere Beobachtungen zeigen, daß er als solche schon von den Schmelzwässern des Unterseegletschers benutzt wurde. Damit ist auch gesagt, daß das Steiner Rheinthale schon gebildet war, als noch Eis im Untersee lag.

Es liegt nun nahe, anzunehmen, daß der Gletscherabfluß hier allmählich in den Abfluß des Schmelzwassersees und endlich in jenen des eisfreien Untersees übergegangen sei, indem er, dem Sinken des Wassers folgend, sich immer tiefer einschnitt. Jener Übergang von glacialen und fluvioglacialen Ablagerungen in rein fluviale, tüchtig gewaschene Schotter und Sande, der sich in der Richtung von den Rändern nach dem Thalweg zu, also beim Herabsteigen zu vollziehen scheint, stimmt gut zu dieser Annahme. Ich habe in meinem früher erwähnten Aufsätze von dieser Voraussetzung aus den fortdauernden Bestand jenes Abflusses von der Eiszeit her vertreten.

Wird durch diese Erwägungen wahrscheinlich, daß bei einem Wasserstande von rund 30 m ü. d. S. der Untersee sich an einer oder an zwei Stellen zugleich einen Abfluß schaffen konnte, beziehungsweise überfließte, so wird uns verständlich, warum thatsächlich die vorgefundenen Uferbildungen sich so genau an diese theoretische Maximalgrenze halten. Auch der Obersee mußte ja, sobald eine Verbindung mit dem Untersee bestand, sich gleich dem Überlinger See mit jenem in dasselbe Niveau einstellen. Es können daher jene höher gelegenen Ablagerungen, die wir an einzelnen Stellen, z. B. bei Tettnang, antrafen, nicht dem einheitlichen Bodensee als solchem angehören, sondern müssen in der vorhin versuchten Weise als örtliche Vorkommen aufgefaßt werden, die selbständigen kleineren Seen zugehören.

Die vorgeführten Ergebnisse widerstreiten der verbreiteten Annahme, daß der Bodensee nacheinander über die folgenden Wasserscheiden abgeflossen sei:

|  |            |               |
|--|------------|---------------|
| bei Amriswil nach dem Thurthale . . . .      | heutzutage | 57 m ü. d. S. |
| durch den Überlinger See über die Wasser-    |            |               |
| scheidung zwischen Stockach und Aach . . . . | -          | 64 m -        |
| am Untersee durch die Aach zur Biber . . . . | -          | 23 m -        |

endlich durch das Rheinthale. Man dachte sich also verschiedene Rückzugsstadien eines Sees, der nach dem Verluste seines Abflusses an einer anderen Stelle eine Bresche gräbt und sich durch dieselbe so lange entleert, bis er auch unter ihr Niveau herabgesunken ist. Ist es nun schon auffällig, daß der sinkende See mit seinen schwindenden Kräften immer neue günstige Angriffspunkte fand, so zeigte uns unsere Beobachtung, daß gerade die Bresche bei Stein schon von den Gletscherabflüssen benutzt wurde. Es fehlen uns ferner die Beweise dafür, daß



der fertige Bodensee jemals einen so hohen Wasserstand erreichte, um über jene höheren Wasserscheiden überzufließen, selbst wenn wir annehmen, daß keine derselben seit jener Zeit durch Denudation wesentlich erniedrigt wurde. Es fehlen uns auch alle Spuren eines Abflusses durch den Überlinger See und das Stockachthal bei Wahlwies, wo Juragerölle häufig in den Schottern vorkommen. Der Abfluß des Überlinger Sees durch das Sauried mündet in den Untersee zurück. Nur bei Amriswil fand ich ausgedehnte, stark verwitterte Flußablagerungen, allein ihre Höhenlage (etwa 45 bis 55 m ü. d. S.) und der Umstand, daß sich dem Bodensee durch den Untersee bequemere Abflußwege boten, berechtigen uns, auch hier lieber den Abfluß von Wassern während der Eiszeit anzunehmen, die sich vermutlich an der Südflanke des noch mächtigen Gletschers in ähnlicher Weise ansammelten, wie jener Stausee an seiner Nordflanke, den uns die Terrassen des Tettnanger Forstes bezeugen.

Welche Bedeutung in der Geschichte der letzten Eiszeit jenen angeblichen alten Abflüssen des Bodensees zukommt und in welcher Weise die Thalbildung in der Endmoränen- und Abflußzone sich gestaltet und entwickelt hat, sind Probleme, die über mein Arbeitsgebiet hinausgreifen. Wir haben hierüber Ausführlicheres von Penck zu erwarten, der dieses Gebiet besonders bereist hat. Ich möchte hier zum Schlusse noch einmal die Ansicht zusammenfassen, die ich mir auf Grund der besprochenen Beobachtungen über den Hergang bei der Wasserausfüllung des Bodenseebeckens gebildet habe. Untersuchungen der Lokalforscher werden sie hoffentlich in Kurzem ergänzen.

Zunächst wurde der Obersee und die fächerförmig von ihm ausgehenden Vertiefungen noch von dem schwindenden Gletscher eingenommen, der am Ende jener Mulden Endmoränenwälle ablagerte. Indem er sich nun allmählich in diesen Rinnen zurückzog, entstanden in einigen derselben Wasseransammlungen zwischen Moräne und Eisrand, welche ein verschiedenes Niveau besaßen, und deren höhere in die tiefer gelegenen entwässert werden konnten. So floß ein Überlinger See von etwa 45 bis 50 m H. ü. d. S., der selbst vielleicht eine Zeitlang einen Zufluß von der Salemer Senke her aufnahm, in einen tiefer gelegenen Untersee ab. Dieser letztere aber war infolge der Terrainverhältnisse an einen Maximalwasserstand von rund 30 m ü. d. S. gebunden und der niedrigste aller jener Schmelzwasserseen. Mit dem Augenblicke, in welchem sich das Eis aus dem heutigen Überlinger- und Untersee völlig zurückgezogen hatte, entstand eine Verbindung durch einen breiten Seearm, und es stellte sich nach einer ganz kurzen und gewaltsamen Anschwellung des Untersees ein gemeinsamer Wasserstand her. Die Abflußrinne vom Überlinger See in den Untersee, die von da ab auf ihre spärlichen seitlichen Zuflüsse angewiesen war, konnte sich nur wenig mehr einschneiden und mußte in kurzer Zeit einschrumpfen und aufhören. Der gemeinsame Spiegel beider Seearme erreichte nunmehr den durch den Untersee bedingten Höchststand von rund 30 m, und dieser behauptete

sich auch während der weiteren Abschmelzung des Eises im Obersee: er kam noch dem einheitlichen Bodensee zu, wie die Ablagerungen an dessen östlichem Ende erweisen. Von langer Dauer scheint dieses Maximum allerdings nicht gewesen zu sein, da alsbald infolge der Erosion des Abflusses die Tieferlegung des Seespiegels begann. Die besondere Häufigkeit der Uferbildungen in 18 und 23 m ü. d. S., welchen Höhen auch manche deutliche Terrasse entspricht, läßt auf zwei längere Ruhepausen schließen, während deren der See den gleichen Wasserstand festhielt. Ob diesem Sinken hernach, wie einige Pfahlbauforscher annehmen, in historischer Zeit ein Steigen folgte, muß dahingestellt bleiben.

Durch die Vereinigung des Untersees mit dem Überlinger- und Obersee wurde der aus glacialen Zeiten her bestehende Abfluß des ersteren zum Abflusse des gesamten Bodensees. Solange wir von einem Bodensee im strengen Wortsinne sprechen können, erfolgt sein Abfluß durch den Untersee, und zwar schon seit lange durch das heutige Steiner Rheinthal. In diesem haben sich, wie Honsell erwiesen hat, in historischer Zeit nur ganz geringe Veränderungen zugetragen. Wir dürfen nunmehr hinzufügen, daß spätestens bei einem Wasserstande von 15 m über dem heutigen bereits die Enge von Stiegen bei Eschenz mit der Grenze zwischen Fluß und See zusammenfiel.

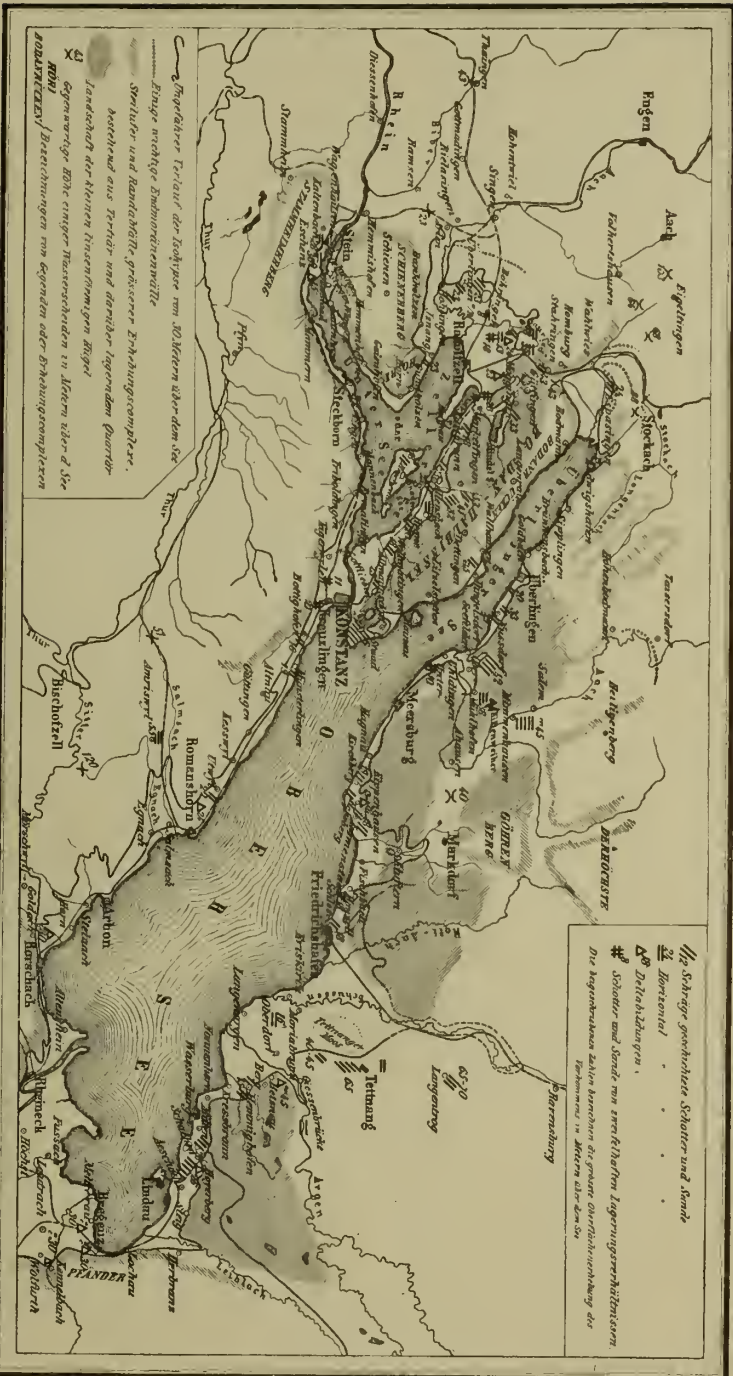
Wien, im Dezember 1892.

## Bemerkungen zu der Kartenskizze.

Eine genaue Darstellung der besprochenen Verhältnisse wäre bei den gegenseitigen Abweichungen der verschiedenen Spezialkarten des Bodensees zur Zeit der Niederschrift dieser Zeilen noch eine mühevoll Arbeit, während sie nach Erscheinen der beabsichtigten Bodenseekarte mit einheitlichen Isohypsen leicht fertig zu stellen sein wird. Aus diesem Grunde habe ich meinem Aufsatz in den Schriften des Bodenseevereins keine Karte beigegeben und mich hier mit einer ungefähren Skizze begnügt. Dieselbe beruht auf der Karte von Schlatterer im 7. Hefte des V. Bandes der «Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde», aus welcher manches für meinen Zweck Unwichtige ausgeschieden und zu der Anderes hinzugefügt wurde; die Originalskizze ist von 1 : 250 000 auf 1 : 500 000 reduziert worden. Eingezeichnet wurden: der Verlauf der Isohypse von 30 m. ü. d. S.; ferner soweit der Maafsstab es erlaubte, die einzelnen Fundorte lacustriner Ablagerungen unter Beifügung der Oberflächenhöhe (bei Grubencomplexen nur ihres Maximums) in Metern über dem See; die Lage der wichtigsten Endmoränen, Wasserläufe und Wasserscheiden; endlich die ungefähre Ausdehnung der Molasseberge und des kleinhügeligen Landes in der Nachbarschaft des Sees.

---

# ÜBERSICHTSKARTE DER UFERBILDUNGEN AM BODENSEE.







Die  
**Tribulaungruppe am Brenner**  
in ihrer Bedeutung für den Gebirgsbau.

---

(Mit 8 Abbildungen und zwei Kärtchen.)

Von  
**Dr. Fritz Frech.**

Halle a. S.



## Inhalt.

---

- I. Einleitung.
  - II. Die Schichtenreihe des Brennergebietes.
    - A. Archaische Gesteine.
      - 1. Gneifs.
      - 2. Glimmerschiefer.
    - B. Altpaläozoische Gesteine.
      - 3. Brennerphyllit.
    - C. Jungpaläozoische Formationen.
      - 4. Carbon und Grödener Konglomerat.
    - D. Mesozoische Formationen.
      - 5. Trias
        - a. Tribulaundolomit.
        - b. Glimmerkalk der Schwarzen Wand.
      - 6. Lias.
  - III. Kurze Übersicht des Gebirgsbaus der Tribulaungruppe.
  - IV. Untersuchungen über den Bau der Ostalpen.
    - 1. Der Zusammenhang der Faltung in der Ötztthaler und Tribulaungruppe mit der Umbiegung des Judicarienbruches.
    - 2. Der Zusammenhang der Judicarienlinie mit den Gail- und Draubrüchen.
    - 3. Karnische Hauptkette, Sugana-Save-Linie, Cima d'Asta.
    - 4. Der asymmetrische Aufbau der nördlichen und südlichen Ostalpen.
    - 5. Welche tektonische Anlage liegt dem Aufbau der südlichen Ostalpen zu Grunde?
  - V. Heteromorphe und homöomorphe Faltengebirge.
  - VI. Allgemeine Ergebnisse.
-





Weißwandspitz (Trias)    Hoher Zahn    Goldkappel (Trias)    Großer Tribulaun    Schwarze Wand    Lendenfeldspitz    Rofslaut    Portjoch    Rothspitz



### Die Tribulaungruppe vom Seberspitz.

Abb. 1.

(Absinken des aufgelagerten Triasdolomits von W nach O. Die Unterlage des letzteren besteht aus Glimmerschiefer. Zwischen Portjoch und Rothspitz wird der eingefaltete Dolomit und Kalk (K) von Brennerphyllit (b) überlagert. Die obere und untere Grenze der am Portjoch stark reduzierten Trias ist punktiert.

## I.

### Einleitung.

Die Ansichten über den Bau der Faltengebirge haben mit dem Erscheinen der die Entstehung der Alpen behandelnden Schrift von E. Suefs mannigfache Änderungen erfahren. Das rasche Anwachsen des Beobachtungsmaterials sowie die vielseitige Diskussion hatten nicht nur bei Anhängern und Gegnern des Wiener Geologen, sondern auch bei diesem selbst verschiedene Abweichungen von den ursprünglichen Ansichten bedingt. In einem so wenig angebauten und gepflegten Wissenschaftsgebiet, wie die Tektonik es bis vor Kurzem war, regt jede neue Beobachtungsreihe auch neue Gedanken an: Es soll daher in Folgendem versucht werden, ausgehend von meinen geologischen Aufnahmen der Karnischen Alpen und der Tribulaungsgruppe vergleichende Untersuchungen über den Bau des Alpengebirges anzustellen.

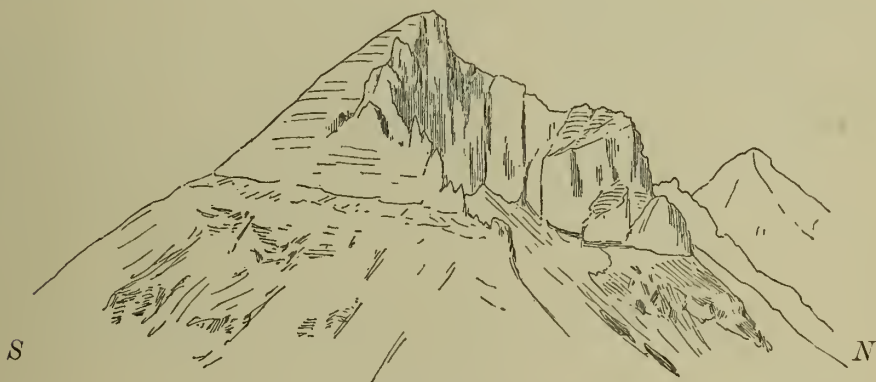


Abb. 2. Der Weifswandspitz von Osten.

Denudationsrest von triadischem Tribulaundolomit auf Glimmerschiefer.

Die Ergebnisse der geologischen Kartirung der Karnischen Alpen sind fertig ausgearbeitet und zum großen Teile schon gedruckt.<sup>1)</sup> Die Untersuchung des Brennergebietes<sup>2)</sup> ist zwar schon erheblich gefördert, aber noch nicht

<sup>1)</sup> Die Karnischen Alpen. Ein Beitrag zur vergleichenden Gebirgstektonik. 1. Lieferung. Halle, Niemeyer.

<sup>2)</sup> Eine eingehendere Besprechung der Arbeiten früherer Beobachter (Stotter, Pichler, Stache, Teller, Gümbel; ferner Stur, Blaas, Kathrein) würde in dieser vorläufigen Mitteilung um so weniger am Platze sein, als die Litteratur außerordentlich zerstreut ist. Es sei daher nur

zum Abschlufs gelangt. Die Tribulaungruppe im engeren Sinne, sowie die südwestlich anstossende Hochgebirgsregion bis zum Schneeberg (Passeyer) sind, abgesehen von unerheblichen Einzelheiten, im Mafsstabe  $1/25000$  aufgenommen; die nördlichen Berge zwischen Gschnitzthal und Innsbruck sind durch eine große Anzahl von Begehungen bekannt geworden.

Die erste Anregung zur Untersuchung der eigentümlichen, inmitten des Stubaier Urgebirges auftretenden Triasmassen verdanke ich dem Manne, welchem

die vorliegende Festschrift gewidmet ist. Obwohl ich im Laufe des verflossenen Jahrzehnts bei fünf verschiedenen Gelegenheiten das Gebiet während längerer oder kürzerer Zeit durchstreift habe, verhinderten doch im Anfang meine Ungeübtheit und später die Beschäftigung mit anderen Arbeiten eine gründliche Inangriffnahme des schwierigen Problems. Erst 1892 habe ich mit einer durch die Vermittelung des Herrn Professor Freiherrn von Richthofen erlangten Unterstützung des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins die Untersuchungen in ausgedehnterem Mafse<sup>1)</sup> wieder aufgenommen und in dem verflossenen Sommer im Ganzen zehn Wochen am Brenner verweilt.

Als Tribulaungruppe im weiteren Sinne bezeichne ich das östliche Stubaier Gebirge, soweit Triasmassen in ungleichförmiger Lagerung die älteren Schiefer bedecken. Geologische Zusammensetzung und landschaftliche Eigentümlichkeiten — das Auftreten von Dolomitbergen mitten im Urgebirge — verleihen diesem kleinen Gebiet einen scharf ausgeprägten Charakter. Die Grenzen sind: Inn, Sendersthal, Seejöchl (2508 m), Neustift im Stubai; Pinnisthal,

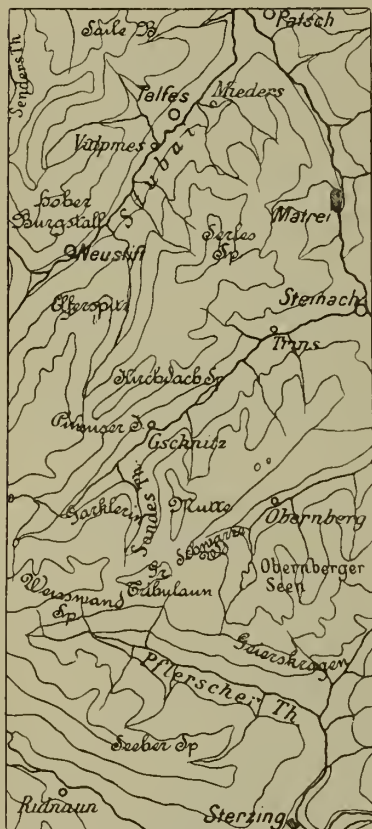


Abb. 3. Topographische Skizze der Tribulaungruppe. 1 : 300 000.

Abfall des Goldkappel, Toffring-Graben, Ridnaunthal, Brennerlinie bis Innsbruck.

hervorgehoben, dass die Altersdeutung, welche Pichler für die Kalkmassen gab, sich im Großen und Ganzen — nicht im Einzelnen — bestätigt hat. Eine richtige Vorstellung von dem schwierigen Faltenbau unseres Gebietes finden wir — wenn auch nur für das kleine Gebiet des nördlichen Pflerschergebirges — in einer jüngst erschienenen Arbeit von Gumbel.

<sup>1)</sup> Die Herren Dr. K. Futterer und Dr. Franz E. Suez haben als meine Mitarbeiter das östlich vom Brenner gelegene Gebiet in Angriff genommen, das hier jedoch nur so weit in Betracht gezogen wird, als ältere Beobachtungen vorliegen. Bei den meisten ohne Führer unternommenen Hochtouren erfreute ich mich der Begleitung und touristischen Führung des Herrn Hans R. Schmitt aus Wien, der in ganz ungewöhnlicher Weise die Eigenschaften eines Landschaftsmalers und Bergsteigers vereinigt.

Eine Anzahl wenig ausgedehnter, zum Teil winziger Denudationsreste der Trias findet sich außerdem in den benachbarten Gebirgen, ohne den Charakter derselben in maßgebender Weise zu beeinflussen (Weißspitz bei Gossensafs, Elferspitz im Pinnis, Garklerin, Weißwandspitz und die beiden «Weissen» am Schneeberg).

Die Abgrenzung der allerdings räumlich wenig ausgedehnten Tribulaungsgruppe ist bisher niemals versucht worden, auch nicht in der, meist in glücklicher Weise durchgeführten Einteilung der Ostalpen von A. Böhm.<sup>1)</sup> Derselbe hebt allerdings hervor, daß «die Physiognomie des Gebirges, welche in dessen oroplastischem und geologischem Bau begründet ist, bei einer natürlichen Einteilung in erster Linie zu berücksichtigen ist, und daß die Begrenzung der Gruppen durch Tiefenlinien, aber nicht gerade immer durch die tiefsten Flußläufe erfolgen muß». Trotzdem gliedert er seine «Ötztaler Alpen» (a. a. O. S. 372 zwischen Reschenscheideck, Innthal, Brenner, Sterzing, Jaufen, Passeyer, Vintschgau) nur in die Venter Gruppe und die Stubai Gruppe. Daß bei beiden Gruppen sowohl die geologische Zusammensetzung wie die eigentümliche Oroplastik übereinstimme, hebt der Verfasser selbst hervor. Die gleichmäßige Höhe der massigen Kämme, das Fehlen hervorragender Gipfel und tiefeingeschnittener Jöcher kennzeichnen die Venter Gruppen und den angrenzenden Teil der Stubai Gruppe in gleicher Weise. Ohne hier auf die Gliederung des eigentlichen Ötztaler Hochgebirges<sup>2)</sup> eingehen zu wollen, kann doch hervorgehoben werden, daß die im Obigen abgetrennte Tribulaungsgruppe den von A. Böhm namhaft gemachten Einteilungsprinzipien in vollem Maße entspricht. Vom geologischen Gesichtspunkte ist eine eingehendere Verteidigung unnötig; daß die Physiognomie des Gebirges durch das Auftreten von mächtigen Dolomitmassen in entscheidender Weise beeinflusst wird, versteht sich ebenfalls von selbst; nur die Tiefenlinie ist im Westen nicht überall deutlich ausgeprägt.

## II.

### Die Schichtenreihe des Brennergebiets.

Eine summarische Aufzählung der Formationen ist als Einführung in die Probleme der Tektonik nicht zu umgehen. Die aus mannigfachen Profilen kombinierte Schichtenreihe umfaßt folgende Glieder:

#### *A. Archaische Gesteine.*

##### 1. Gneifs.

Der massige weißse Centralgneiß der Tauern, welcher sich nach Westen in den Zillerthaler und Tuxer Kamm spaltet,<sup>3)</sup> ist das älteste Gestein. Die petro-

<sup>1)</sup> Penck's Geographische Abhandlungen I, 3.

<sup>2)</sup> Venter + Stubai — Tribulaungsgruppe.

<sup>3)</sup> Teller, Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1882, S. 241.



graphisch übereinstimmenden Gneifszüge des Westens, welche im Glimmerschiefer (2) auftreten (z. B. Acherkogel bei Ötz, Rother Grat und Wilder Freiger im Stubai), sind entweder aufgefaltete Massen des Urgneifses oder Einlagerungen im Glimmerschiefer (2). Augengneifse, wie sie u. a. zwischen Ranalt und der Dresdener Hütte auftreten, dürften als metamorphe granitische Gesteine<sup>1)</sup> aufzufassen sein.

## 2. Glimmerschiefer.

Der feste, quarzreiche, oft quarzitisch entwickelte Glimmerschiefer ist das verbreitetste Gestein in den Ötztaler und Stubai Bergen (einschl. Tribulaungruppe). Eine zwciglimmerige Varietät (Muscovit und Biotit) ist im Ridnaungebiet verbreitet. Noch gröfsere Ausdehnung besitzt hier auf dem südlichen Thalgehänge der Granatenglimmerschiefer. Einlagerungen von Hornblendegesteinen (Pinnis, Schneeberg) sind weit verbreitet, aber wenig mächtig. Kalkeinlagerungen sind im Glimmerschiefer sehr selten (Brennsberg des Schneeberger Bergwerkes).<sup>2)</sup>

Die Lagerung des Glimmerschiefers ist meist steil aufgerichtet, aber fast durchweg regelmäfsig; nur in der Nähe der Teplitzer und Magdeburger Hütte ist das Gestein stark gefältelt und zerquetscht.

### *B. Altpaläozoische Gesteine unbestimmter Altersstellung.*

## 3. Brennerphyllit (Quarz- und Kalkphyllite der Brennerlinie).

Bei den wenig geklärten Altersbeziehungen dieser Gesteine erscheint die Anwendung von Lokalbezeichnungen mehr angebracht als die Beibehaltung der von Stache nur provisorisch aufgestellten «Quarzphyllit-, Kalkphyllit- und Kalkthonphyllitgruppen».

Ungestörte Profile, welche die Lagerung der drei ältesten Formationen (1—3) zur Anschauung bringen, sind im Brennergebiet bisher nicht nachgewiesen. Doch darf man aus anderweitigen Erfahrungen den Schlufs ziehen, dafs die Phyllite diskordant die archaischen Gesteine bedecken.

Im Hangenden des am Wolfendorn endenden Tuxer Gneifs-Kammes beobachtet man<sup>3)</sup>: a) Strahlsteinschiefer, b) körnigen Kalk und Kalkphyllit, der zum Brennerpasse abdacht und zwischen Brennerbad und Postalp das östliche Gchänge zusammensetzt, c) schwarzen bzw. dunkelen Thonglimmerschiefer (Quarzphyllit) mit häufigen Einlagerungen von Kalkphyllit und körnigem Kalk; diese Beimengung bildet den Hauptunterschied vom Glimmerschiefer, dem der Thonglimmerschiefer zuweilen ähnlich wird.

<sup>1)</sup> Auch W. Salomon beschreibt neuerdings aus dem Adamellogebiet eine gneifsartige, durch Dynamo-Metamorphose entstandene Modifikation des Tonalits. Tschermaks mineralog.-petrograph. Mitteilungen, 1891, S. 410 ff.

<sup>2)</sup> Eine eingehende petrographische Schilderung der hierher gehörigen Gesteine siehe bei A. v. Elterlein, Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, 1891, S. 289 (Beiträge zur Kenntnis der Erzlagertätte des Schneebergs bei Mayern in Südtirol).

<sup>3)</sup> Vergl. Teller, a. a. O



Wie Gümbel durch zahlreiche Analysen nachgewiesen hat, besteht der Hauptunterschied der älteren und der triadischen (s. u.) krystallinen Marmor-  
gesteine in dem fehlenden Magnesiagehalt der ersteren. Doch ist hervorzuheben,  
daß bei einer genauen Kartirung nur selten Zweifel über die geologische Alters-  
bestimmung möglich sind. Im Handstück sind die Gesteine allerdings leicht zu  
verwechseln.

### *C. Jungpaläozoische Formationen.*

#### 4. Carbon.

Das Obercarbon überdeckt bei Steinach flachgelagerten Thonschiefer und  
Quarzit, bei Gries Grünschiefer, welche wohl sämtlich dem Brennerphyllit zuzu-  
rechnen sind. Doch ist die Grenze in dem dicht bewaldeten Gehänge mangelhaft  
aufgeschlossen, so daß über die diskordante oder konkordante Form der Lage-  
rung nichts gesagt werden kann. Die Pflanzenreste, welche im Thonschiefer vor-  
kommen, entsprechen nach Stur der höchsten Zone des Obercarbon, den  
oberen Ottweiler Schichten. Die häufigsten Gesteine sind Thonschiefer, der  
zum Teil phyllitische Beschaffenheit besitzt, und Grauwackenschiefer, der in  
stark gefalteten Gebirgstelsen (Schöne Grube) ein quarzitisches Aussehen erhält. Ein-  
gelagert finden sich Quarzkonglomerat und Eisendolomit, d. h. ein Dolomit  
mit Spateisenstein, welcher letztere das verwitternde Gestein mit einer braunen  
Rinde (Eisenoxydhydrat) überzieht. Eine kohlige Bildung ist die Nöfslacher Erde.  
Am Westabhang des Nöfslacher Joches finden sich wenig mächtige Gänge von  
alten Eruptivgesteinen (Glimmerdiabas), wie sie bekanntlich in den Ostalpen  
weit verbreitet sind. (Cornet, Jahrb. G. R. A., 1888, S. 591.)

Sichere Vertreter der Dyas scheinen zu fehlen. Vielleicht sind jedoch  
die magnetithaltenden Quarzkonglomerate vom Südabhang des Hohen  
Burgstalls (Stubai) als Vertreter der Grödener Konglomerate (sogenannter Verru-  
cano der österreichischen Geologen) aufzufassen; möglicherweise entsprechen die-  
selben jedoch dem Carbon. Sie liegen zwischen Glimmerschiefer und Dolomit.

### *D. Mesozoische Formationen.*

#### 5. Trias.

Vertreter älterer Triasstufen (bis zu den Raibler Schichten einschließ-  
lich) konnten nirgends mit Sicherheit nachgewiesen werden. Zweifellos vorhanden  
sind nur zwei Schichtgruppen von etwas eigenartiger centralalpiner Entwick-  
lung, welche der neu aufgestellten Juvavischen (früher Oberkarnischen) und der  
Rhaetischen Stufe von Mojsisovics entsprechen dürften.

1. Tribulaundolomit (etwa = Hauptdolomit bzw. Juvavische Stufe  
Mojs.). Reiner Dolomit und dolomitischer Kalk, meist halbkrySTALLIN oder als  
echter körniger Marmor (Großer Tribulaun, Telfer Weißse) entwickelt. Seltener,  
aber im ganzen Gebiet verbreitet (Vall Ming, Portjochweg, Zeisspitz bei Gschnitz,  
Blaser und Weißse Wand bei Matrei) ist ein klüftiger, in scharfe eckige Stücke

zerspringender Dolomit, der mit dem Hauptdolomit der Nordalpen vollkommen übereinstimmt.

Ein weißes Glimmermineral findet sich häufig auf den Schichtflächen (Tribulaun, Weißwandspitz, Weisspitz); Einlagerungen (1—3 m mächtig) von grünlichem oder dunklem Thonglimmerschiefer erscheinen am Großen Tribulaun und an der Telfer Weißen. Die bedeutendste Mächtigkeit des Dolomits beträgt 1100 m (zwischen Tribulaungipfel und dem Widum von Pflersch).

Versteinerungen sind vereinzelt an weit auseinander liegenden Punkten gefunden worden: *Megalodon* sp. am Serlesspitz, ? Daktyloporenreste in dem krystallinen Dolomit des Weißwandspitz und deutliche, unzweifelhafte Crinoidenstielglieder auf dem Schwarzseespitz (3062) und der Moarer Weißen am Schneeberg.

Eine Übereinstimmung des Tribulaundolomites mit gleichalten, weiter westlich vorkommenden Triasbildungen der Mittelzone ist unverkennbar. In erster Linie ist der dolomitische Ortlerkalk (Gümbel) und der Calcaire du Briançonnais der Westalpen zu nennen, deren triadisches Alter neuerdings von französischen Forschern nachgewiesen worden ist. Eine weitere Ähnlichkeit aller centralalpiner Triaskalke besteht darin, daß im Liegenden dieser Bildungen die untere Trias nur ganz unbedeutend vertreten ist.

2. Glimmerkalk der Schwarzen Wand. Heller und dunkler Glimmerkalk, hie und da (Goldkappel, Saile) mit Pyrit<sup>1)</sup>, kalkiger Thonglimmerschiefer (schwarz, grün oder grau). Darin einzelne mächtige Dolomitbänke, welche den Übergang zum oberen Teile des Tribulaundolomits bilden. Vereinzelt finden sich quarzitisches Lagen (Obenberger Tribulaun)<sup>2)</sup>, rote Eisenkalke und Manganknollen (Obenberger Tribulaun). Ein besonderes schönes Gestein, ein gelber, rötlich gefärbter Dolomitmarmor mit grünlichen Glimmerlagen findet sich in einem Wandbruch am Ausgang des Schneeigen Kars (Obenberger Tribulaun).

Die zwischen Muttensjoch und der Schönen Grube in unmittelbarem Zusammenhang mit Carbon auftretenden Kalkphyllite sind wahrscheinlich eingefaltete und metamorphosirte Glimmerkalk. Der Glimmerkalk erreicht an der Schwarzen Wand seine größte Mächtigkeit von ca. 300—350 m. Derselbe ist einerseits als heteropes Äquivalent der obersten Teile des Tribulaundolomits (Juvavische Stufe) aufzufassen und andererseits mit den Kössener Schichten (Rhaet) zu vergleichen. Diese Vergleichung kann trotz der Seltenheit von organischen Resten als unbedingt

---

<sup>1)</sup> Derselbe stimmt dann vollkommen mit den Pyritschiefern der Radstädter Tauern überein, ist aber weniger verbreitet als dieser.

<sup>2)</sup> Auch auf dem Gipfel des Serlesspitz treten Gesteine auf, in denen weißer Quarz und große dunkle Glimmertafeln (Biotit) die vorherrschenden Gemengteile bilden. Das früher von hier eitrte, auf J. Roth's Autorität gestützte Vorkommen von «Gneifs» beruht auf einem Irrtum, der durch die eigentümlichen Verwitterungsformen des Gesteins veranlaßt ist. Der eigentümliche, an Urgestein gemahnende Charakter des krystallinen, durch Dynamometamorphose entstandenen Gesteins bleibt jedoch unangetastet.

sicher angesehen werden, da der Glimmerkalk am Hutzl von Adneter Schichten konkordant überlagert wird.

Versteinerungsreste sind an verschiedenen Punkten gefunden worden, erscheinen aber durchweg zur näheren Bestimmung ungeeignet. Crinoiden und Brachiopodenreste kommen am Südabhang der Saile in den dunkeln, dem Dolomit<sup>1)</sup> eingelagerten Kalkschiefern vor. Pichler citirt einen in der Innsbrucker Sammlung befindlichen Saurierzahn von dem Serlesspitz («*Belodon Kapffi*»), F. Teller hat am Penser Joch in einem wahrscheinlich dem Glimmerkalk der Schwarzen Wand gleichzustellenden Gestein Daktyloporen, Cidaritenstacheln und Gastropodenreste gefunden.

## 6. Der Lias.

Das vor Jahren auf der Spitze des Hutzl (Kesselspitz) entdeckte Liasvorkommen<sup>2)</sup> ist bisher das einzige seiner Art geblieben und wird es aller Voraussicht nach auch bleiben, da sämtliche einigermaßen bedeutsame Triasgipfel von mir betreten worden sind. Das Vorkommen von *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Arietites*, *Belemnites*, *Atractites* und einem *Nautilus* von liassischer Form erhebt die Altersbestimmung über jeden Zweifel; die konkordante Auflagerung der Adneter Schichten auf dem Glimmerkalk ist auch für die Altersbestimmung des letzteren von wesentlichster Bedeutung.

Die übrigen, zum Teil höheren Triasgipfel (Kirchdachspitz) zwischen Stubai und Gschnitz entbehren des aufgelagerten Lias, was durch die Lagerungsverhältnisse erklärlich wird: Die Triasschichten des erwähnten Bergzuges streichen NO—SO und bilden eine außerordentlich flache Synklinale, deren Kern der Kesselspitz bildet. Die Schichten zeigen hier und besonders weiter im NO (an dem Serlesspitz) deutliche Anzeichen mechanischer Pressung.

Eine Besprechung der diluvialen Glacialehotter und Moränen, welche im Brennergebiet eine sehr bedeutsame Rolle spielen, bleibt einer späteren ausführlichen Beschreibung vorbehalten.

Obwohl eine ausführlichere Darstellung der älteren Litteratur außerhalb des Bereichs einer vorläufigen Mitteilung liegt, glaube ich doch die überaus zutreffende geologische Schilderung anführen zu müssen, welche Goethe auf den ersten Seiten der Italienischen Reise von unserer Gegend entwirft. (Auf dem Brenner, den 8. September 1786 abends.) «Die Kalkalpen, welche ich bisher durchschritten, haben eine graue Farbe und schöne sonderbare, unregelmäßige Formen, ob sich gleich der Fels in Lager und Bänke teilt. Aber weil

<sup>1)</sup> Man vergleiche eine früher von mir veröffentlichte Profilskizze der Saile. Jahrb. d. k. k. geol. R. A., 1886, S. 357. Das Gestein der Saile wurde früher als Kalk bezeichnet, wofür besser Dolomit zu schreiben ist.

<sup>2)</sup> Frech, über ein neues Liasvorkommen in den Stubai Alpen, Jahrb. d. k. k. geol. R. A., 1886, S. 355.

auch geschwungene Lager vorkommen, und der Fels überhaupt ungleich verwittert, so sehen die Wände und Gipfel seltsam aus. Diese Gebirgsart steigt den Brenner weit hinauf.» (Der Triaskalk und Dolomit erscheint überall im Hintergrunde der nach der Brennerstrasse zu geöffneten Thäler, Stubai, Gschnitz, Obernberg.) «In der Gegend des oberen Sees fand ich eine Veränderung derselben. An dunkelgrünen und dunkelgrauen Glimmerschiefer (Thonglimmerschiefer in der vorliegenden Beschreibung), stark mit Quarz durchzogen, lehnte sich ein weißer, dichter Kalkstein, der an der Ablösung glimmerig war (Kalkphyllit) und in großen, obgleich unendlich zerklüfteten Massen anstand. Über demselben fand ich wieder Glimmerschiefer, der mir aber zäher als der vorige zu sein schien. Weiter hinauf zeigt sich eine besondere Art Gneiß oder vielmehr eine Granitart, die sich dem Gneiß zubildet, wie in der Gegend von Ellbogen.» (Da Goethe auf dem Brenner noch nicht den am Wolfendorn, also weiter südlich auslaufenden Tuxer Gneiszug gesehen haben kann, handelt es sich wohl um die als erratische Geschiebe sehr verbreiteten Augengneisse des Zillerthaler Gebirges, welche nach K. Futterer als dynamometamorphe Granite anzusehen sind.) «Hier oben, dem Hause gegenüber, ist der Fels Glimmerschiefer. Die Wasser, die aus den Bergen kommen, bringen nur diesen Stein und grauen Kalk mit. Nicht ferne muß der Granitstock sein, an den sich alles anlehnt».

### III.

#### Kurze Übersicht des Gebirgsbaus der Tribulaungruppe.<sup>1)</sup>

Eine Zusammenstellung des gesamten vorliegenden Beobachtungsmaterials (d. h. des Ergebnisses von 16 Wochen geologischer Arbeit) würde über den Rahmen dieser Mitteilung hinausgehen und zudem ohne zahlreiche Abbildungen und ausführliche Karten unthunlich sein. Die beiden im Folgenden beschriebenen Durchschnitte dürften jedoch die wichtigsten Thatsachen des geologischen Baues zur Anschauung bringen.

1. Südwestlich von Innsbruck erhebt sich die aus flachliegendem Tribulaundolomit (mit eingelagerten versteinerungsführenden Kieselkalken und Pyritschiefern) bestehende Saile. Nach Norden zu stürzt der Berg in steilen, wildzerklüfteten Wänden ab; das Südgehänge zieht sich in geringerer Neigung zu dem weiten, fruchtbaren, von alten Glacialbildungen erfüllten Stubai Thal hinunter. Der tiefeingeschnittene Erosionsriß des Pinnisbaches führt uns in das Herz des Dolomitgebirges. Das westliche Thalgehänge besteht aus steil aufgerichteten dunklen Glimmerschiefern und eingelagerten Hornblendegesteinen, welche in 2200—2300 m Höhe von einem Denudationsreste des flachgelagerten Tribulaundolomits gekrönt werden (Elferspitz 2494 m). Dies letztere Gestein setzt in gleicher Lagerung den ganzen Ostabhang bis 1300 m abwärts zusammen. Das Pinniser Thal entspricht

<sup>1)</sup> Über die Begrenzung dieser Gruppe vergl. oben.



also einer bedeutenden Verwerfung, der die Erosion folgte. Wenn auch die Trias auf den abradirten Schichtköpfen des Urgebirges, also auf unebener Unterlage abgesetzt wurde, so erscheint es doch angesichts der gleichartigen Beschaffenheit des Gesteins undenkbar, daß ursprünglich Höhenunterschiede von fast 1 km auf 1½ km Horizontalabstand vorhanden waren.

Die gewaltige, von Norden unersteigliche Dolomitmasse des Kirchdachspitz (2840 m) in westlicher Richtung umgehend, führt der Weg zum Pinnisjoch hoch hinauf. Nun steil hinab zum Dorfe Gschnitz und auf der anderen Seite empor durchs Sandesthal. Wir bleiben andauernd in dem harten, quarzreichen Glimmerschiefer, der NW—SO streicht und steil, beinahe senkrecht nach NO einfällt. Im Sandesthal ist (wie am Pinnisjoch) die auf dem linken Gehänge aufgeschlossene Transgressionsgrenze mannigfach gestört, und ebenso erscheint der westliche Kamm von einem Triasrelikt, der Garklerin (2465 m) gekrönt, während im Osten der Dolomit viel tiefer hinabreicht. Der Höhenunterschied beträgt hier nur 400 m; doch bildet diese Verwerfung die Fortsetzung der im Pinnisthal beobachteten Störungszone.

Gschnitz Pflerscher Sandesjoch  
Tribulaun

Goldkappel  
(Trias)

Hoher Weißwand Sp.  
Zahn (Trias)

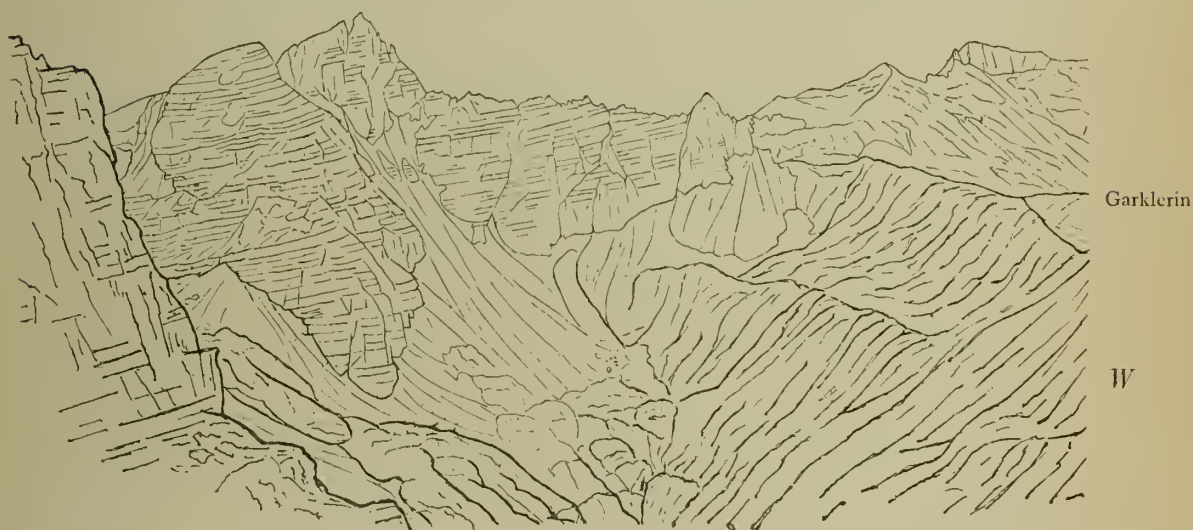


Abb. 4. Tribulaungsgruppe und Sandesthal vom Hohen Thor (N).

Die wohlgeschichtete Trias bricht am Goldkappel ab. Weiter westlich besteht noch der Gipfel des Weißwandspitz und der Garklerin aus Triasdolomit. Die Unterlage desselben bildet überall Glimmerschiefer.

Den Hintergrund des von Schuttkegeln, alten Moränen und Bergsturstrümmern erfüllten Sandesthales bildet die zweigezackte, sagemumwobene Dolomitpyramide des großen Tribulaun (3102 m), dem im Osten zwei nur um ein



Weniges niedrigere Berge vorgelagert sind: die kompakte, weisse Masse des Gschnitzer Hochgipfels (2957 m) und die scharfe Felsnadel der Schwarzen Wand (2911 m). Marmorisierter Tribulaundolomit und der nur in den höheren Teilen der Schwarzen Wand auftretende Glimmerkalk setzen die stolzen Gipfel zusammen. Die prächtigen Aufschlüsse in den steilen Wänden gestatten die Beobachtung des Gebirgsbaus bis in seine feinsten Einzelheiten. Die Abstürze des Großen Tribulaun werden von einer Anzahl untergeordneter Verwerfungen durchsetzt, welche die starke Zerklüftung und die furchtbare Steilheit der an zwei Stellen überhängenden Wände bedingen. Der Gschnitzer Gipfel ist überaus regelmäßig aufgebaut und dementsprechend wenig zerklüftet. Doch biegen sich auf

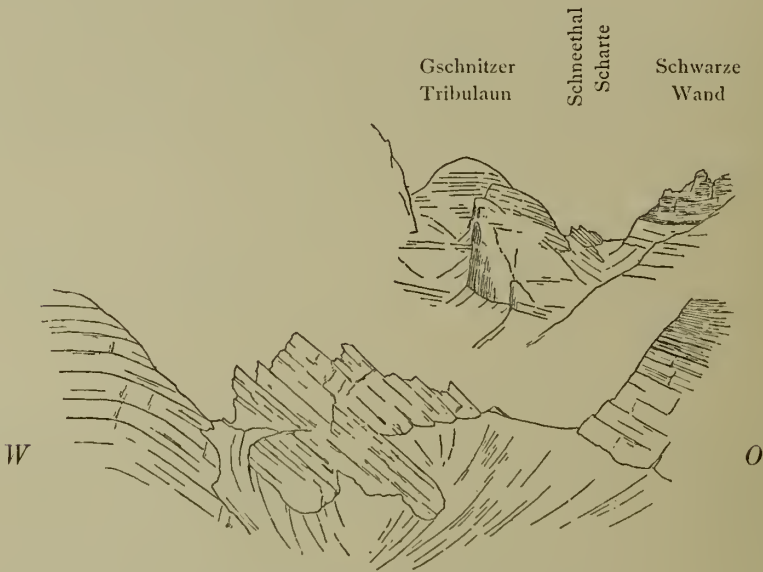


Abb. 5. Die Schneethalscharte von Süden.

Flexur (Schichtenbiegung) im Tribulaundolomit. Im O. wird derselbe vom Glimmerkalk der Schwarzen Wand (dunkel) überlagert. Die untere Ansicht stellt die Schneethalscharte aus größerer Nähe dar.

seinem Ostabhang die Dolomitschichten in einen normalen, ca. 300 m betragenden Flexur nach abwärts, um in der Schwarzen Wand wieder ihre flache Lagerung anzunehmen. Dieser nach Ost gerichtete Schichtenfall gab den Anlaß für die Einfurchung der Schneethalscharte.

Die Dolomitschichten und die untere Grenze derselben gegen das Urgebirge erscheinen von West nach Ost gesenkt. Im Hintergrunde des Pflerschthales liegt, jedem Besucher von Gossensaß wohl bekannt, der Weißwandspitz, eine, wie der Name besagt, schneeweiße, gegen den dunklen Glimmerschiefer durch einen horizontalen Schnitt scharf abgesetzte Dolomitpyramide. Hier liegt die Triasgrenze in 2800 m Höhe. Am Goldkappel, neben dem gewöhnlichen Übergang von Gschnitz nach Pflersch, finden wir den Dolomit

schon bei 2500 m. Auf dem Pflerscher Abhang sinkt die Grenze dann innerhalb einer Entfernung von nur 4 km bis auf 1600 m. Auch hier enthüllen die schroffen Wände dem forschenden Auge die feinere Anatomie des Felsgerüsts: Die Absenkung erfolgt nicht auf einer gleichmäßig geneigten Fläche, sondern in einer Reihe kleinerer, staffelförmig angeordneter Brüche, welche überall an der unteren Dolomitgrenze auftreten (vergl. oben Abb. 1 und 2).

Auf den das obere Pflerschthal im Süden begrenzenden Bergen, welche gegenüber vom Tribulaun bis zu mehr als 2800 m, weiter westlich sogar bis zu mehr als 3200 m emporragen, fehlt jede Spur von jüngeren Gesteinen; der quarzreiche Glimmerschiefer, welchem wir schon im Stubai begegnet sind, setzt hier in ermüdender Einförmigkeit das ganze Gebirge zusammen.

Jedoch hat Teller aus dem südlich liegenden Berglande, vom Penser Joch, versteinерungsführende Triasbildungen beschrieben, welche mit den mannigfaltigen Gesteinen der Schwarzen Wand vollkommen übereinstimmen und somit eine allgemeine Triasbedeckung des Urgebirges beweisen.

Es muß hervorgehoben werden, daß die Trias des Penser Jochs und des Sailspitz einen nordalpinen Typus zeigt, der in den Südalpen nirgends wiederkehrt.

Die Lagerungsverhältnisse, in denen die Penser Gesteine auftreten, sind schon deshalb von großem Interesse, weil dieselben vollkommen mit den im unteren Pflerschthal beobachteten übereinstimmen. Hier wie dort finden wir flach nördlich einfallende, verhältnismäßig wenig mächtige Kalk- oder Dolomitlager, welche mit gleichsinnigem Streichen und Fallen von dem Urgebirge (im Pflersch vom Glimmerschiefer) über- und unterlagert werden.

Man würde nach oberflächlicher Untersuchung des einzelnen Vorkommens die fraglichen Dolomite und Kalke, welche fast immer zu halb oder ganz krystallinen Gesteinen umgewandelt sind, für einfache Einlagerungen im Urgebirge halten, wenn nicht das an verschiedenen Punkten (Anstieg zur Saile, Kesselspitz, Serlespitz, Penser Joch, Schneeberg und Weißwandspitz) beobachtete Vorkommen unzweifelhafter Versteinерungen<sup>1)</sup> diese einfache Deutung ausschlösse. Da zudem die sämtlichen Dolomite und Glimmerkalke des östlichen Ötztaler (Stubai) Gebirges unter sich zusammenhängen oder nur durch Erosionsrisse getrennt sind, da außerdem an einigen, nicht metamorphosirten Aufschlüssen (Saile, Blaser, Vall Ming) die petrographische Übereinstimmung mit dem Hauptdolomit der Nordalpen ins Auge springt, so kann an dem obertriadischen Alter nicht gezweifelt werden.

Die konkordante Lagerung von Urgebirge und Trias ist dann auf die mechanische Ursache des gleichartig auf beide Gesteine wirkenden Gebirgsdruckes zurückzuführen.

---

<sup>1)</sup> Vergl. oben.

2. Die Gebirgszone, auf welcher die Triaskalke des Brenners eingefaltet sind, liegt etwas östlich von den horizontal gelagerten Massiven und zwar parallel zu diesen.

Die Schilderung eines Durchchnitts, der in entsprechender Weise parallel zu dem soeben beschriebenen zu legen ist (vergl. Profil S. 93), wird das Verständnis der verwickelten tektonischen Erscheinungen erleichtern. Wir beginnen im Süden. Der Kamm zwischen dem unteren Pflersch und Ridnaunthal wird von dem ONO streichenden Dolomitzuge, Gschleyerberg<sup>1)</sup> (2211 m) — Gschleyerwand, Telfer Weissen (2529 m) gekrönt.

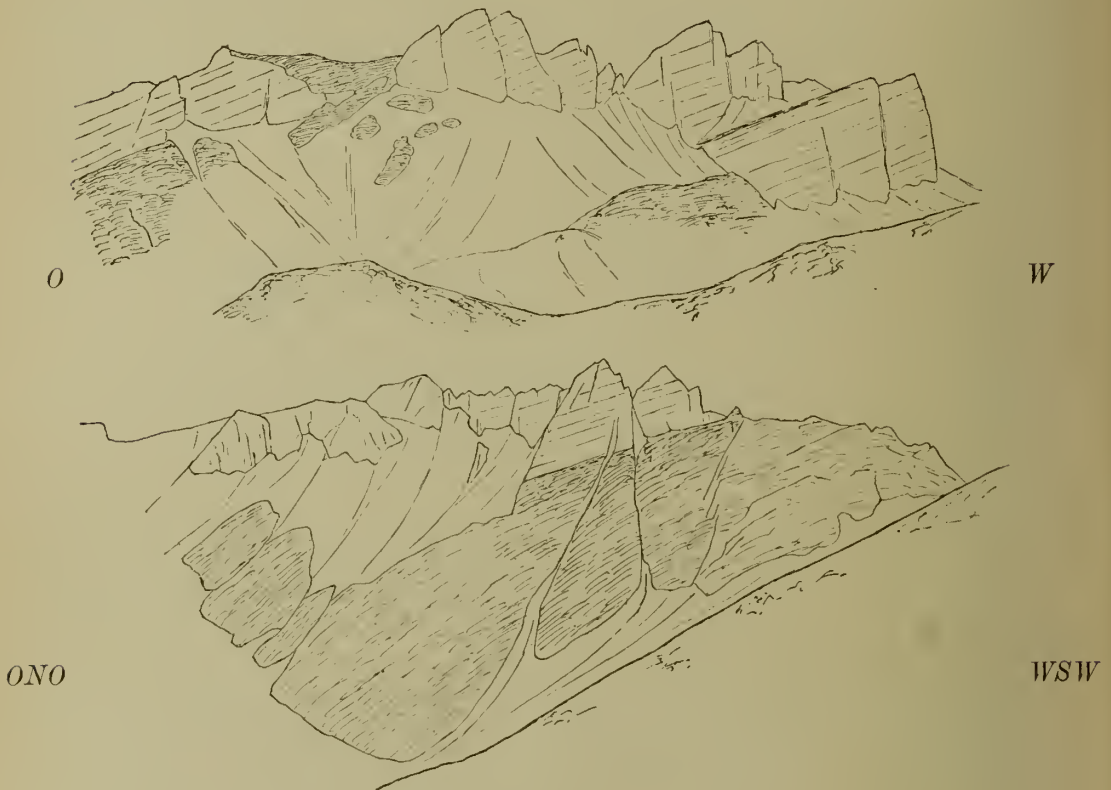


Abb. 6. Die Telfer Weiss von Norden. Eingefalteter Triasdolomit (wohlgeschichtet, weiß) im Glimmerschiefer (dunkel schraffiert).

Unten: Der westliche Hochgipfel vom Sandesköpfel. Oben: Der östlich anschließende Theil des Kammes vom Portjochweg. Durch die Erosion ist der Zusammenhang des SSO fallenden Dolomites an einer Stelle unterbrochen.

<sup>1)</sup> Nicht Schleyerberg wie die Generalstabskarte schreibt.

Die auf dem Nordabhang nach Nord, auf dem Südabhang nach Süd geneigten Bänke scheinen einen einfachen Aufsatz zu bilden; jedoch finden wir auf der Kammhöhe eine Reihe von fünf kleinen, durch Erosion isolierten, unregelmäßig aufgelagerten Glimmerschiefermassen, welche mit dem das Fußgestell des Berges bildenden Gestein vollkommen übereinstimmen.

Die deutlichsten Beweise einer energischen Faltung bewundern wir in den prachtvollen Quetsch- und Kneterscheinungen zwischen Dolomit und Granatglimmerschiefer, welche beim Anstieg von der Vall-Ming-Alp unterhalb der Telfer Weißen die tektonische Grenze kennzeichnen.

Die prächtige Aussicht vom höchsten Gipfel der Telfer Weißen fesselt die Aufmerksamkeit ebensowohl durch die landschaftlich wirkungsvollen Gegensätze der bleichen Dolomitwände und der dunklen Schieferberge, wie durch den interessanten Einblick in das tektonische Gefüge der Tribulaunmasse. Der Übergang des scheinbar völlig ungestörten, über 1000 m mächtigen Dolomits in die eingefalteten Keile läßt sich greifbar deutlich wahrnehmen: Westlich vom Portjoch, dem Übergang von Pflersch nach Obernberg, dringt ein wenig ausgedehnter Keil von Quarzphyllit in die nach Ost absinkenden dunklen Glimmerkalk vor; weiter abwärts aber erstreckt sich der weiße Dolomit des Tribulaun als eine verhältnismäßig schmale, in ihren Höhenverhältnissen ungemein wechselnde Zunge am Gehänge des Pflerschthales entlang bis Gossensaßs. Oberhalb und unterhalb besteht der Kamm aus dunklen Schiefergesteinen. Die nähere Untersuchung zeigt, daß das Fußgestell aus Glimmerschiefer, die Höhe des Kammes hingegen aus dem vom Brennersattel her durchstreichenden Quarzphyllit besteht. Ein weiterer Ausflug lehrt ferner, daß der Dolomitkeil in immer abnehmender Breite durch die drei vom Geierskragen und Lorenzenberg zum Brenner abfließenden Gräben bis etwa zur Höhe des Brennerbades durchstreicht. Vollkommen isolierte, abgerissene Fetzen des Dolomits finden sich noch weiter nördlich, an den Obernberger Seen und im Frader Thal inmitten des Quarzphyllites. (Aus anderen, durch starken Seitendruck gefalteten Gebieten, so aus dem Berner Oberland und den Karnischen Alpen, sind ähnliche Erscheinungen mehrfach beschrieben worden.)

Wir finden endlich auf dem Kamme zwischen Portjoch, Rothspitz und Geierskragen eine ganze Anzahl von kleineren Vorkommen des deutlichen triadischen Glimmerkalkes, welcher den oberen Teil der Schwarzen Wand kennzeichnet und hier überall die Anzeichen einer höchst energischen Pressung und Knetung trägt. Die Schichtenfolge auf dem nördlichen Pflerschthalgehänge ist also von unten nach oben: 1. Glimmerschiefer (archaisch), 2. Weißer, meist marmorisierter Tribulaundolomit, oben und unten von Verschiebungsflächen begrenzt (Trias), 3. Quarzphyllit (paläozoisch), 4. Triadischer dunkler Glimmerkalk in einzelnen Resten, mit allen Zeichen heftigster mechanischer Pressung. Das Fallen der ganzen, durch Gebirgsdruck annähernd gleichsinnig



geschichteten Masse ist unter mehr oder weniger flachem Winkel nach NNO gerichtet. (Man vergl. das nebenstehende Profil).

Der Grund, warum in unmittelbar benachbarten Gebirgstteilen dieselbe Triasformation in annähernd normaler Stellung verblieb und andererseits in der komplizirtesten Weise gefaltet und überschoben wurde, dürfte in einfachster Art durch die verschiedene Mächtigkeit zu erklären sein. In der eigentlichen Tribulaungsgruppe besitzt der Tribulaundolomit und Glimmerkalk zusammen eine Mächtigkeit <sup>1)</sup> von 1200—1400 m; die Dicke des Dolomitkeiles beträgt 400—500 m, sinkt aber gegenüber der Mündung des Vall Ming bis auf 200 m herab. Wenn auch dieser geringe Durchmesser teilweise durch Auswalzung zu erklären ist, so legen doch die Zahlen selbst den Gedanken nahe, daß nach der Ablagerung der Trias und vor dem Beginn der jüngeren Faltung die Mächtigkeit der ersteren durch Denudation und Erosion in unregelmäßiger Weise vermindert wurde; infolgedessen verhielten sich die mächtigeren Massen und die durch Denudation reduzierten Lager des Dolomits der Faltung gegenüber verschieden. Der Glimmerkalk der obersten Trias, ein überaus plastisches Gestein, scheint dagegen die Konsistenz krystallinen Schiefers besessen zu haben und wurde daher bei der horizontal von Nord nach Süd wirkenden Faltung von seiner Dolomitunterlage vollkommen getrennt.

Ein Versuch, die durch genaue kartographische Aufnahme des Pflerschthals gesammelten Beobachtungen profilmäßig zu versinnbildlichen, ergibt das beifolgende, etwas verwickelte Bild: Dreimal sind die Triasgesteine von krystallinen Schiefen in südlicher Richtung überschoben; an zwei Stellen ist außerdem der liegende Faltenflügel durch Auswalzung entfernt, bzw. von dem hangenden Flügel überschoben worden. Läge eine einfache Folge liegender Falten vor, so müßte das Schema lauten *abababab*; diese einfache Reihenfolge zeigt nur der Kamm der Telfer Weissen. Zudem müßten, falls diese Voraussetzung richtig wäre, die Triasdolomite irgendwo eine bogenförmige Umbiegung der Bänke zeigen, die thatsächlich nirgends vorliegt. Am besten läßt sich das Vorhandensein einer Auswalzung am nördlichen Pflerschabhang nachweisen. Bezeichnen wir die drei in Frage kommenden Gebirgsglieder, Glimmerschiefer, Quarzphyllit und Trias nach ihrer natürlichen Reihenfolge mit 1, 2, 3, so würde, wenn die verquetschte oberste Trias vorläufig außer Betracht bleibt, die Reihenfolge einer normalen, liegenden Falte die folgende sein: 123321. In Wirklichkeit beobachten wir aber nur: 231.

Durch den Druck und die Bewegung des oberen Schichtenpakets, das zur Zeit der Faltung eine erheblich größere Mächtigkeit besessen haben muß, wurde der liegende Flügel, insbesondere der plastische Quarzphyllit überschoben und allmählich ausgewalzt.

<sup>1)</sup> Nach den oben gemachten Angaben würde die gesamte Mächtigkeit in maximo 1500 m betragen; jedoch vertreten Dolomit und Glimmerkalk sich teilweise.



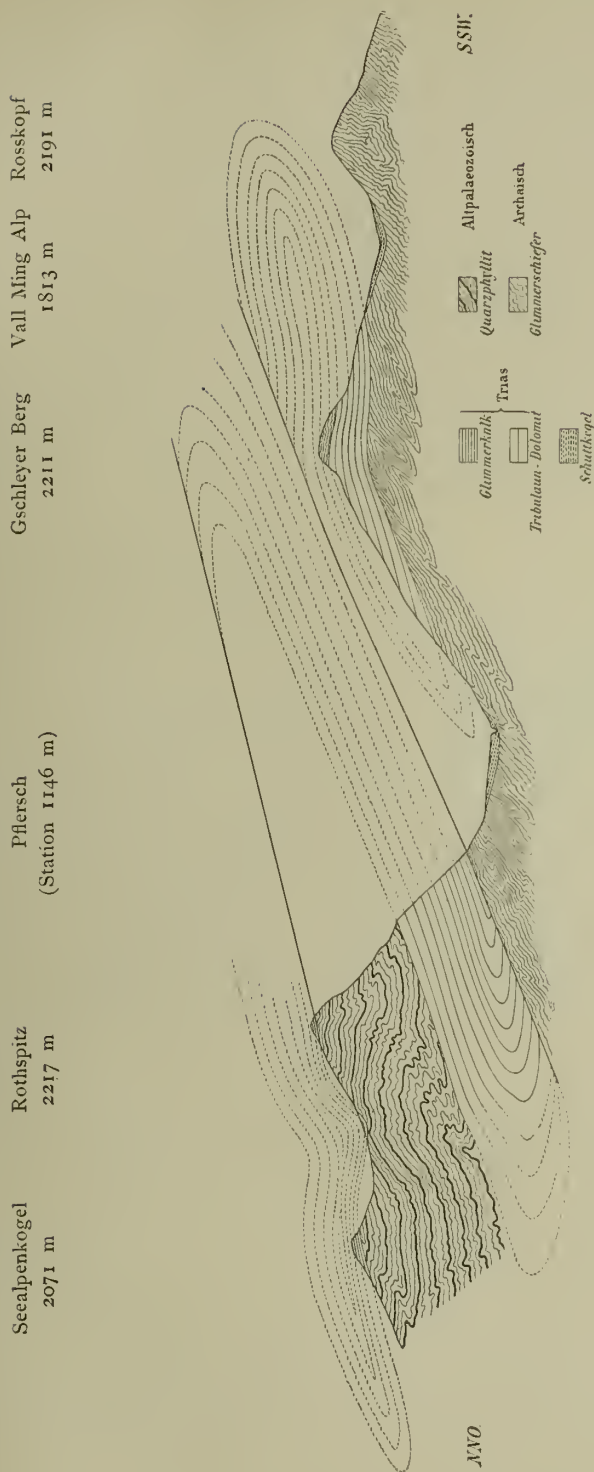


Abb. 7. Schematisches Profil durch die eingefalteten Triaszüge des Pflerschthales.

Die Gipfel des Geierskragens, des Rothspitz und des Grubjoches bestehen aus Trias und zwar aus dunkelen Glimmerkalken und ähnlichen Gesteinen, die wahrscheinlich als dynamometamorphe Mergel und Mergelkalke der Kössener Schichten anzusehen sind.<sup>1)</sup> Wie die Aufschlüsse in den südlichen Wänden des Rofslaus und der Wildgrubenalp (im S. der Schwarzen Wand) beweisen, sind diese Glimmerkalken durch horizontale Wechsellagerung auf das Innigste mit den obersten Schichten des Dolomites verknüpft. Es läßt sich somit nicht mehr feststellen, ob die Glimmerkalken des Rothspitz u. s. w. als einfache Wiederkehr der Dolomite des unteren Pflerschgehanges angesehen werden müssen oder ob sie durch eine Wechselverschiebung von denselben getrennt sind. Von Interesse ist der Umstand, daß bereits auf der Höhe der Schwarzen Wand die eigentümlichen, ein liegendes S darstellenden Falten zu beobachten sind.

Die nebenstehende Skizze zeigt in etwas schematischer Form das Profil, welches man vom Gipfel des Gschnitzer Tribulaun beobachtet. Den im Großen

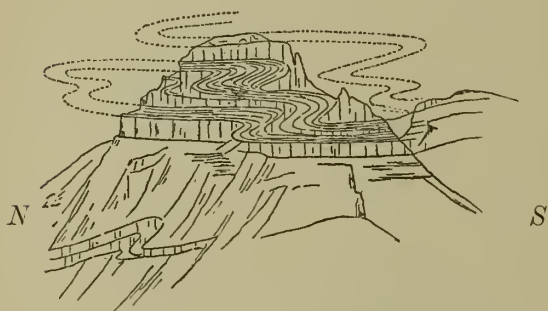


Abb. 8. Schwarze Wand vom Gschnitzer Tribulaun.  
(Horizontal zusammengeschobene Schichten des Glimmerkalk und des eingelagerten Dolomites; der letztere ist senkrecht gestrichelt.)

beobachteten Verschiebungen entspricht die Menge der eine wahrhaft abenteuerliche Zerquetschung zeigenden Handstücke, die beim Anstieg zum Gipfel der Schwarzen Wand in Menge zu finden sind.

Bei der weiteren Verfolgung unseres Durchschnitts treffen wir nördlich von Obernberg das ziemlich ausgedehnte, aus Schiefern, Grauwacken, Quarzkonglomeraten und Eisendolomiten zusammengesetzte Gebiet des Steinacher Joches,

dessen obercarbonisches Alter durch häufige Funde fossiler Pflanzen sicher gestellt erscheint. Der stratigraphische Zusammenhang zwischen diesen dem höchsten Obercarbon gleichzustellenden Schichten und den das Südgehänge des Obernberger Thals zusammensetzenden Quarzphylliten ist wegen des üppigen Pflanzenwuchses und der dichten Bedeckung mit alten Grundmoränen nirgends zu beobachten. Doch ist eine diskordante Auflagerung der Steinkohlenformation auf den als altpaläozoisch anzusprechenden Phylliten nicht unwahrscheinlich.

Auf dem Nordabhange des Steinacher Joches bildet ein meist kristallinisch umgewandelter Kalk und Dolomit das Liegende des Carbon; derselbe hängt einerseits mit den Triasmassen des Tribulaun unmittelbar zusammen

<sup>1)</sup> Wenigstens werden vollkommen übereinstimmende metamorphe Gesteine am Kesselspitz durch Adneter Liasschichten konform überlagert.

und bildet anderseits petrographisch und stratigraphisch die Fortsetzung der Kalke, welche auf dem jenseitigen Gehänge des Gschnitzthals triadische Versteinerungen enthalten und vom Lias des Kesselspitz unmittelbar überlagert werden. Die ohnehin naheliegende Vermutung, daß das Carbon von Süd nach Nord auf die Trias aufgeschoben sei, wird durch die Untersuchung der Kontaktgrenze von Kalk und Schiefer zur Gewissheit erhoben. Schon bei Steinach und Trins ist die allerdings nur an wenigen Punkten aufgeschlossene Grenze durch außerordentlich verworrene Lagerung besonders der Thonshiefer ausgezeichnet. Im Martarthal (Martheier der Karte) oberhalb von Gschnitz beobachtet man aber in der den Mutenkopf (2630 m) im NW. abschneidenden Wand, daß die massigen Bänke des Triasdolomites zu einem doppelten S zusammengefaltet sind und daß der Mittelschenkel des untenliegenden S gebrochen und verschoben ist. Weitere, wenn auch weniger hervorspringende



Abb 9. Die Mutenwand im Martarthal (Gschnitz) von NW.

Der Tribulaundolomit ist von SO her durch Carbon überschoben und infolge dessen in doppelte s förmige, teilweise gebrochene Falten zusammengebogen.

Unregelmäßigkeiten treten in den das Martarthal im Westen begrenzenden Wänden zu Tage.

Für die Sicherstellung der Überschiebung des Carbon ist ferner eine Beobachtung von Wichtigkeit, welche ich beim direkten Abstieg vom Kalbenjoeh nach Trins, etwa halbwegs zwischen Dorf und Gipfel gemacht habe. Inmitten der das ganze Gehänge zusammensetzenden Triaskalke findet sich hier ein beschränktes Vorkommen von carbonischem Quarzkonglomerat, d. h. von einem Gestein, das zu den bezeichnendsten der Steinacher Steinkohlen-

formation gehört. Die Dolomite im Hangenden dieses Vorkommens sind wenig oder gar nicht metamorphosirt, während die weiter abwärts anstehenden Triasgesteine alle Anzeichen starker mechanischer Pressung tragen. Man darf das Konglomerat des Kalbenjoches demnach als die Spitze der über und in die Trias keilartig vorgeschobenen Masse ansehen.

#### IV.

#### Untersuchungen über den Bau der Ostalpen.

##### 1. *Der Zusammenhang der Faltung in der Ötzthaler und Tribulaungruppe mit der Umbiegung des Judicarienbruches.*

Die im Abschnitt III zusammengestellten Beobachtungen berechtigen zu den nachfolgenden Annahmen:

Die Ötzthaler und Stubai-er sowie die westlichen Zillerthaler Centralalpen (Weisspitz) waren von zusammenhängenden Triasmassen bedeckt, welche sämtlich eine mehr oder weniger vollständige Umwandlung zu krystallinen Gesteinen durchgemacht haben.

Diese mächtigen Triasgesteine haben als starre Gesteinsmassen dem Gebirgsdruck Widerstand geleistet und sind umgewandelt, aber nur von unbedeutenden Brüchen und Faltungen betroffen worden (N. und S. vom Stubaital, westliche Tribulaungruppe); die weniger mächtigen Triasdecken wurden von der faltenden Kraft überwältigt und gewähren dann die Möglichkeit, den verwickelten Gebirgsbau der Centralalpen zu entwirren (östliche Tribulaungruppe, Telfer Weisse, Penser Joch, Schneeberg). Quer über die Einsattelung des Brenner streicht eine regelmässige Antiklinale des Tuxer Gneißskammes, deren Achse nach Westen gesenkt ist. Der Kern wird von den massigen weissen Gneissen, die Flanken von krystallinem Kalk und Kalkphyllit in den liegenden und Quarzphyllit in den hangenden Teilen gebildet. (Von einer der Brennerlinie in der Fortsetzung des Judicarienbruches folgenden Verwerfung ist keine Spur wahrzunehmen.) Auf der Südseite dieser Antiklinale ist südwärts gerichtete Überschiebung die Regel. Die eingefalteten oder von Wechselflächen durchschnittenen Triasgesteine fallen somit flach nördlich. Diese Lagerungsform kennzeichnet die von Teller beschriebenen Diploporenkalke des Penser Joches ebenso wie die drei Triaszüge des unteren Pflerschthals und die in der westlichen Fortsetzung liegenden Crinoidenmarmore des Schneeberges. Die Zone der südwärts gerichteten Überschiebungen wird begrenzt von der Brixener Granitmasse, welche gleichsam einen stauenden Wall gebildet zu haben scheint.

Im Norden der Brenner-Antiklinale werden die Ausläufer der Tribulaun-Trias durch das Steinacher Carbon überschoben, und zwar dürfte diese



Überschiebung von Süd nach Nord erfolgt sein. Weiter nördlich liegt die Trias fast ungestört auf dem gefalteten Urgebirge. Nach Süden zu erstreckt sich die Überschiebung auf eine dreifach grössere Entfernung von der Hauptachse als nach Norden.

Diese asymmetrische Aufwölbung der Centralzone ist von Teller<sup>1)</sup> auch weiter östlich im centralen Zillerthaler Gebirge nachgewiesen worden: Die Gneisgewölbe des Tuxer und Zillerthaler Kammes bilden zwei asymmetrisch gebaute, lokal nach Süden überschobene Antiklinalen, zwischen denen die jüngeren Kalkphyllite ein System enggepresster, an Längsbrüchen überschobener, gleichsinnig geneigter Falten darstellen.

Die ungleichseitige Aufwölbung der Centralzone entspricht der verschiedenartigen Anlage der nördlichen und der südlichen viel verwickelter gebauten Kalkalpen.

Im Norden unterscheidet man jenseits des stellenweise fehlenden Grauwacken-zuges die aus Trias und untergeordnetem Jura bestehenden eigentlichen Kalkalpen, die Flyschzone und die jüngeren randlichen Tertiärbildungen. Jedes dieser Glieder enthält mannigfache tektonische Unregelmäßigkeiten, so die Überschiebungen des Außenrandes, die Aufbrüche von Werfener Schichten, nach welchen zu die jüngeren Triasmassen von Norden und Süden her einfallen u. s. w. Doch bleibt die Reihenfolge der Zonen im Norden unverändert. Anders im Süden.

Der kolossale, schräg gegen das Gebirgsstreichen gerichtete Judicarienbruch, sowie das inselartige Auftauchen älterer Gesteine inmitten der Triasbildungen (bei Recoaro), an der Cima d'Asta und in der Karnischen Hauptkette haben schon seit langer Zeit den Scharfsinn der Geologen auf die Probe gestellt.<sup>2)</sup> Aus der Kombination der früheren Beobachtungen mit meinen geo-

<sup>1)</sup> Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, 1882, S. 242: «Den eigentümlichen, auf die westlichen Ausläufer der Tauernkette beschränkten Schichtenaufrichtungen und südlichen (d. h. nach N. fallenden) Überschiebungen stehen in dem zwischen dem Tauernkamm und der Brixener Granitmasse liegende Gebiet Lagerungsverhältnisse gegenüber, die auf energische, in entgegengesetzter Richtung wirkende Stauungen schliessen lassen. Im Eisackthal . . . begegnet man noch ruhigen, ungestörten Lagerungsverhältnissen . . . Wo man, mit den Durchschnitten nach Ost vorrückend, in den Meridian der Störungserscheinungen am Südrande des Hohefeller-Mösele-Kammes tritt, ändert sich plötzlich das tektonische Bild. Östlich von Pfunders schon stellen sich die beiden altersverschiedenen Schichtfolgen senkrecht auf, und wenige Kilometer weiter in Ost, im Lappach-Mühlwalder Thal, fallen Glimmer, Kalkglimmer- und Chlorit-schiefer der jüngeren Schichtreihe ca. 40° in Süd unter die älteren Gneise ein . . . Für den schmalen, nur etwa 5 km breiten Streifen von Schichtgesteinen der Schieferhülle, den der Raum zwischen der Tauernmasse und dem Gneismantel der Nordabdachung des Brixener Granites ausfüllt, ergeben sich höchst eigentümliche Lagerungsverhältnisse. Die . . . Kalkphyllite fallen beiderseits unter die von Nord und Süd überschobenen älteren Gneismassen ein — im Norden steiler (60–70°), im Süden flacher (40°) — und bilden eine asymmetrische, im Innern durch wiederholte Steilfalten komplizierte, W-förmige Mulde, deren Ränder von beiden Seiten nach Innen überbogen sind.»

<sup>2)</sup> Schon diese Vorkommen widerlegen die Theorie eines symmetrischen Aufbaues der Alpenkette. Allerdings werden unter Asymmetrie und Einseitigkeit sehr verschiedene Dinge verstanden (Margerie, Dislokationen, S. 117).

logischen Untersuchungen der Karnischen und Ötztaler Alpen ergeben sich einige neue Gesichtspunkte für die Auffassung des Gebirgsbaus.

Den wesentlichen Inhalt der (bis 1885) gemachten Erfahrungen faßt E. Suefs wie folgt zusammen (Antlitz der Erde, B. I, S. 321): «Wir sehen eine sehr groÙe Bruchlinie vom Idrosee durch Judicarien, durch Val Rendena, über Malé, durch die Naifschlucht bei Meran bis in das Penserthal auf beiläufig 128 km sich erstrecken und dabei, nachdem bis in die Nähe von Meran die gerade Richtung gegen NNO eingehalten war, eine hakenförmige Biegung gegen NO eintreten. Wir sehen auf der ganzen Länge die östliche Seite des Gebirges abgesunken.» Suefs deutet diese Bruchlinie als den letzten Ausläufer, der die Absenkung der Adria bedingenden «periadriatischen Brüche». «Es mag daher (a. a. O. S. 353) recht wohl gesagt werden, daß der Rand der adriatischen Senkung bis nach Meran in die Alpen greife».

Mit dieser Annahme ist die Thatsache wohl kaum in Einklang zu bringen, daß von Meran nach Norden bis in die höchsten Regionen der Ötztaler Alpen, bis zum Granatkogel und dem Timbl-Joch, andererseits in nordöstlicher Richtung bis zum oberen Pflerschthal der ganze zum Teil höchst verwickelte Faltenbau des Urgebirges und der eingefalteten Triasmarmore der Nordostrichtung folgt. Daß ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Bau des Gebirges und der Umbiegung der Judicarienlinie besteht, ergibt sich aus der allmählichen Drehung des Streichens aus NNO nach NO, ONO und O.<sup>1)</sup> In unmittelbarer nördlicher Fortsetzung der Judicarienlinie (d. h. NNW von Meran) streichen die Marmor- und Hornblendeschieferzüge von der Hochwilden (3477 m) bis zum Liebener Spitz (3402 m) genau nach NNO, und der Verlauf des Kammes entspricht vollkommen der Richtung der Schichten.

In nordnordöstlicher Richtung bleibt dieses Gebirgstreichen bis zum Timbeljoch vorherrschend, und biegt dann nach NO um. Weiter südlich im Passeyerthal oberhalb von St. Leonhard ist das NO-Streichen von dem Seckerspitz (3305 m) an nachweisbar, um dann in den archaischen Marmorzügen des Ratschingesthales nach O umzubiegen.

Genau zwischen den beiden eben besprochenen Regionen liegt in einer Höhe von 2300 m das in lebhaftem Betriebe befindliche Zinkblende-Bergwerk St. Martin am Schneeberg. Hier erlaubten die durch den Bergbau geschaffenen Aufschlüsse und die Untersuchung der eingefalteten Triasmarmore<sup>2)</sup> die Feststellung zahlreicher Einzelheiten. Als Hauptergebnis ist hervorzuheben, daß in diesem, 34 km nordöstlich von Meran liegenden Gebiet die Interferenz der

<sup>1)</sup> Die nachfolgenden Angaben beruhen für den NW-Teil des in Frage kommenden Blattes Sölden - St. Leonhard auf eigenen Einzeluntersuchungen, im Übrigen auf dem von F. Teller aufgenommenen, von der k. k. geol. Reichsanstalt (mit Handkolorit) herausgegebenen Blatte der G. St. K. (1/75000). Auch hiervon sind mir Passeyer und Ötztal aus eigener Anschauung bekannt.

<sup>2)</sup> Auffindung deutlicher Crinoidenreste läßt das jüngere Alter der teilweise vollkommen metamorphosirten Dolomite zweifellos erscheinen.

NNO- und der ONO-Richtung, d. h. die Umbiegung der Judicarienlinie zum schärfsten Ausdruck gelangt.

Über die interessante, zweimal untersuchte Umgebung des Schneeberges enthält mein Tagebuch die folgenden Notizen<sup>1)</sup>:

Das Generalstreichen des archaischen Glimmerschiefers und Granatenglimmerschiefers, in dem die wesentlich aus Zinkblende und Bleiglanz bestehenden Gänge aufsetzen, ist genau O—W, das Einfallen unter 30—40° nach N gerichtet.

Die Gänge schneiden das Streichen der Schiefer unter mehr oder weniger spitzem Winkel; der «hangende» (nördliche) Gang streicht ONO—WSW. Derselbe verläuft genau parallel zu einem Teile der eingefalteten Triasmarmore, dem Zug Schwarzseespitz—Karlweisse und dem nördlichen Schenkel des hakenförmig gebogenen Dolomites der Moarer Weissen. Der liegende (südliche) Gang streicht NNO—SSW, schart sich infolgedessen im Norden mit dem hangenden Gang und verläuft parallel zur Falte der Gürtelwand und dem nördlichen Schenkel der Moarer Weissen.

Die Spalten, auf denen die Erze sich absetzten, sind also gleichzeitig und parallel mit der Einfaltung der Marmordolomite aufgerissen worden. Das abweichende Streichen der archaischen Schiefer deutet auf das Vorhandensein einer früheren Faltung hin, deren genauere Altersbestimmung allerdings äusserst schwierig sein dürfte.

Sowohl die Erzgänge, wie die beiden hakenförmig umgebogenen Dolomiteinfaltungen triadischen Alters zeigen die Umbiegung aus NNO nach ONO, welche weiter südlich bei Meran in der Judicarienlinie wiederkehrt.

Auf die Thatsache, dass die Judicarienlinie kein einfacher Absenkungsbruch (Tafellandbruch) ist, sondern mit der Faltung des Gebirges in unmittelbarem Zusammenhange steht, weisen u. a. die von Vacek und Bittner aus der Gegend des Gardasees, der BrentaGruppe und Judicarien beschriebenen Faltungen hin, welche der genannten Linie parallel verlaufen.

## 2. Der Zusammenhang der Judicarienlinie mit den Gail- und Draubrüchen.

Im weiteren östlichen Verlauf blüßt auch nach Suess' eigener Darstellung die Judicarienlinie ihren Bruchcharakter ein. Südlich von Meran, kurz vor der Umbiegung beginnt ein neuer großer Tonalitzug, auf dessen Südseite die Verwerfung noch deutlich erkennbar ist. Aber in der Nähe der Brennerstrasse, bis zu welcher der Granit ununterbrochen durchstreicht und wo derselbe seine größte Breite erlangt, ist der Judicarienbruch nicht mehr sichtbar:

<sup>1)</sup> Eine ausführliche Darstellung der petrographischen und mineralogischen Vorkommen hat neuerdings v. Elterlein veröffentlicht (Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1891). Auf die tektonischen Verhältnisse ist in dieser Arbeit weniger Rücksicht genommen.

Der Granitzug lagert gegen Nord und Süd wie ein Gewölbe unter den angrenzenden Gesteinszonen (a. a. O. S. 321).

Der Granitzug, welcher von nun an die tektonische Judicarienlinie gewissermaßen vertritt, ist von Teller noch weiter bis in die Gegend von Bruneck verfolgt worden.

Der nördliche Parallelzug, die eingefalteten Triasdolomite von Pens und Stilfes im Eisackthal wurden bereits erwähnt. Von besonderer Bedeutung ist der Umstand, daß nach Teller die östliche Fortsetzung dieser tektonischen Linie in genau derselben Weise durch zwei parallele Kalkfalten erfolgt. Die eine derselben ist unbedeutend, die andere durchsetzt von Bruneck bis Wimbach unweit Sillian das Villgrattener Gebirge in einem 33 km langen Zuge und besteht aus Diploporiten führenden Triasgesteinen sowie aus Adneter Liaskalken.

Auch daß das vom Draubuch im Norden begrenzte, aus nordalpinen Gesteinen bestehende Gailthaler Gebirge als Fortsetzung des Brunecker Trias-zuges aufzufassen sei, wurde schon von Teller vermutet.

Jedoch gestatten meine geologischen Aufnahmen in diesen östlichen Gebieten eine genauere Feststellung des tektonischen Zusammenhanges der Judicarienlinie mit den Gail- und Draubröchen. Hiernach entspricht nicht nur der Oberlauf der Drau, sondern auch das ganze Thal der Gail einer gewaltigen, den eigentlichen Judicarienbruch an Länge übertreffenden Verwerfung (die Länge des eigentlichen Judicarienbruches beträgt 102 km, die des Gailbruches 110 km). Zwischen beide Bröche ist der das nördliche Gailthaler Gebirge bildende Streifen nordalpiner Trias eingesenkt, besitzt jedoch nicht die einem Graben im Tafelland zukommende Zusammensetzung,<sup>1)</sup> sondern einen regelmäßigen, an den Jura oder die Appalachen erinnernden Faltenbau. Insbesondere besteht das eigentliche Lienzer Gebirge aus einer weitgespannten regelmäßigen Antiklinale im Süden, an die sich im Norden die schmale Synklinale des Rauchkofels mit ihren Kössener und Adneter Schichten anschließt.

Der Drau- und Gailbruch sind also nicht als einfache Absenkungsbröche, sondern als Flügel einer ausgedehnten Synklinale aufzufassen, welche infolge des Übermaßes der Faltung gebrochen sind. Die Betrachtung der östlichen und westlichen Fortsetzung des Gailthaler Gebirges erhebt diese Annahme zur Gewißheit: Im Westen finden wir nach einer nur 10 km betragenden Unterbrechung zwischen Abfaltersbach und Wimbach den oben erwähnten Villgrattener Triaszug, welcher alle Merkmale starker Faltung an sich trägt; im Osten geht der Draubuch zwischen Greifenburg und Lind im Drauthal ebenfalls

---

<sup>1)</sup> Suess vergleicht dasselbe mit einer dreieckigen, monoklinal nordwärts geneigten Scholle mit aufgeschlepptem Scheitel (a. a. O. S. 340).



in eine Einfaltung über; die Grödener Sandsteine überlagern hier<sup>1)</sup> diskordant mit sehr steilem Südfallen den Phyllit, welcher eine ungefähr gleichgerichtete Neigung besitzt.

Auch die Karnisehe Hauptkette, welche meist aus altpalaeozoischen Gesteinen besteht, ist nicht als ein «Horst», sondern als eine antiklinale, meist von Brüchen begrenzte Aufwölbung zu deuten. Dafs Zusammenfaltung, nicht aber Absenkung die hauptsächliche Entstehungsursache gewesen ist, das beweist am besten die peripherische, nach innen zu allmählich abnehmende Aufbiegung der Sextener Triasmassen, ferner die häufig am Südrand der Hauptkette beobachtete Einfaltung von schmalen Grödener Sandsteinzügen in den älteren Gesteinen, endlich die auch in der Trias der südlichen Gebirge bei Bladen und Pontafel vorkommenden antiklinalen Aufwölbungen.

Von besonderer Bedeutung für die Auffassung, welche in den älteren Massen der Südalpen Aufwölbungen, nicht aber Horste inmitten eines Senkungsgebietes sieht, ist das Verhalten der ausgedehnten Schollen am Nordrand: An der Rosengartenflexur in der Fassa-Grödener Tafelmasse und an der Villnösslinie (östlich von Brixen) ist der Nordflügel gesenkt; hingegen ist weiter im Osten an den großen Brüchen der Karnischen Hauptkette nördlich von Malborget und Tarvis der Nordflügel emporgewölbt.

In den Julisehen Alpen, also genau südlich von dem eben berührten Gebiet, erscheint an dem Triglav- und Mirnikbrueh wieder der Nordflügel gesenkt. Diese — grolsenteils erst nach dem Ersehen von Suess' Antlitz der Erde beobachteten — Thatsachen sind nicht mit der Annahme eines staffelförmigen Absinkens der Ostalpen zum Adria in Einklang zu bringen. (Antlitz d. Erde I S. 351.)

Abgesehen von den oben erwähnten Gründen würde auch die folgende Erwägung gegen die Annahme von Suess sprechen. Irgendwelche «Hebung» der Südtiroler Triasberge erscheint schon deshalb notwendig, weil die mittlere Meereshöhe derselben bedeutender ist, als die der gefalteten gleichalten nordalpinen Ketten. Es müfste demnach im Sinne von Suess zuerst eine Hebung und dann eine nachträgliche Absenkung erfolgt sein. Nehmen wir die mittlere Erhebung der bedeutenderen Südtiroler Triasberge zu nur 2500 m, ergänzen die durch Denudation entfernte Masse — im Sinne der über diese Vorgänge herrschenden Anschauungen — zu etwa 5000 m, so würde sich für das ursprüngliche, nicht durch spätere Absenkung erniedrigte Südtiroler Gebirge etwa die Höhe des Himalaya ergeben. Ein solches Gebirge würde die Centralzone an Höhe überragt und vor allem den Lauf der Flüsse in einer derartigen Weise umgestaltet haben, dafs noch jetzt Spuren dieses Vorganges etwa in der Form gröfser, die Centralkette

<sup>1)</sup> Vergleiche das im Antlitz der Erde 358 beschriebene Profil, dessen Zeichnung mir von Herrn Professor Suess gütigst zur Veröffentlichung übergeben wurde (die Karnischen Alpen S. 150, Profil-Tafel VII).

durchbrechender Querthäler vorhanden sein müßten. Es ist also die Annahme nicht zu umgehen, daß die südlichen Kalkalpen durch Emporwölbung, oder besser durch Emporzerrung an Bruchlinien in ihre jetzige Höhenlage gekommen sind. — Dabei soll nicht bestritten werden, daß hier und da lokale Einbrüche nachträglich stattgefunden haben. Verfasser hat sogar selbst dergleichen nachzuweisen gesucht.

Nach dem Vorangegangenen stellt sich die 330 km weit vom Idrosee bis in die Gegend von Villach zu verfolgende Gail-Judicarienlinie als die gewaltigste Störung dar, welche wir im Gebiete der gesamten Alpen kennen.

Vom Idrosee bis Weisenbach im Penscr Thal beträgt die Länge des Bruches 128 m; von hier bis zum Eisackthal verfolgen wir die eingefaltete Trias 14 km weit; von Stilfes im Eisackthal bis Bruneck beträgt die Länge des Granit-zuges ca. 35 km, die des Villgrattner Triaszuges vom Dolomitriß bei Bruneck bis Wimbach bei Sillian 33 km. Nach einer wenig über 10 km langen Unterbrechung setzen bei Abfaltersbach Drau- und Gailbruch wieder ein, und der letztere läßt sich von hier bis Villach auf fast 110 km ununterbrochen verfolgen.

Die Faltung ist, wie ausführlich nachgewiesen wurde, als ursprüngliche Ursache dieser Gail-Judicarien-Linie anzusehen; jedoch erreichen im eigentlichen Judicarien, im Gail- und oberen Drauthale die Einfaltungen ein Übermaß der Spannung und gehen infolgedessen in Brüche über.

### 3. *Karnische Hauptkette, Sugana—Save-Linie, Cima d'Asta.*

Mojsisovics hat bereits vor Jahren als Charakterzug der südlichen Ostalpen<sup>1)</sup> das wiederholte und auf längere Strecken anhaltende Auftauchen palaeozoischer Bildungen inmitten der mesozoischen Kalkmassen hervorgehoben. Die nach Umfang und vertikaler Erhebung weitaus bedeutendste dieser aus alten Formationen bestehenden Inseln ist das in erheblicher Entfernung von der Karnischen Hauptkette liegende Cima d'Asta-Gebirge. E. Suess deutet das letztere als Horst, v. Mojsisovics<sup>2)</sup> hebt dagegen auf Grund umfassenderer Begehungen hervor, daß das von Granit durchsetzte Phyllitgebirge «wie ein normaler Aufbruch unter dem jüngeren Deckgebirge emporstauche». Kurz darauf wird noch einmal hervorgehoben, daß im Bau der Cima d'Asta eine «antiklinale Aufwölbung» angedeutet sei. Es braucht kaum bemerkt zu werden, wie gut diese Auffassung mit der oben in Bezug auf die Karnischen Alpen vertretenen übereinstimmt.

Von besonderer Bedeutung ist dabei der Umstand, daß die Suganaspalte, welche im Süden die Cima d'Asta begrenzt, im nordöstlichen Weiterstreichen bei Comelico auf den Südrand der Karnischen Hauptkette trifft. (Vgl. d. Karte S. 104.)

<sup>1)</sup> Dolomitriffe S. 395.

<sup>2)</sup> Dolomitriffe S. 400.

Die zwischen Comelico und der Cima d'Asta liegenden, wesentlich aus flachgelagerter Trias bestehenden Gebirge enthalten ebenfalls ältere Aufwölbungen, welche an der besprochenen Dislokationslinie liegen. Aus der Gegend von Lorenzago am Piave (südlich von Comelico) hat Harada mehrere, von Perm umgebene Phyllitvorkommen beschrieben, die also im Kleinen ein Abbild der Cima d'Asta bilden. Die erwähnte Suganalinie schwenkt nach ONO und später nach O um, um bei Ravaschetto in einem unbedeutenden Bruche und weiterhin im Fella- und Savethal wieder aufzuleben.

Zwischen Paularo (Carnia) und der bei Pontebba mündenden Pontebbana beobachteten wir eine Reihe O—W streichender steiler Falten und tiefeingreifender Längsbrüche; in der Umgebung von Pontafel entwickelt sich eine Antiklinale, deren nördlicher Flügel überkippt ist. Für dies Wiederaufleben des Sugana-bruches gilt dasselbe, was Mojsisovics<sup>1)</sup> für den Westen angibt: «wie die Falten im Gebiete der Etschbucht der Judicarienspalte folgen, so laufen die Faltungen im Süden der Valsuganaspalte dieser parallel». In geringer Entfernung von Pontafel geht (bei Leopoldskirchen) die Falte wieder in einen Bruch zwischen dem abgesunkenen Schlierndolomit im Norden und der unteren Trias im Süden über. Dieser Längsbruch, der Savebruch, bildet weiterhin die Südgrenze der Karawanken und erstreckt sich durch das Savethal weit nach Osten bis zum Beginn des Laibacher Senkungsfeldes.

Die Karnischen Alpen bilden, wie die vorhergehenden Ausführungen beweisen, im Osten des Gebirges gewissermaßen einen tektonischen Brennpunkt, in dem die hauptsächlichsten Strahlen sich vereinigen. Im Norden finden wir gefaltete Triasketten in nordalpiner Entwicklung, im Süden die gebrochenen Kalkmassen der südlichen Ausbildung. Der gesamte Nordrand wird von dem östlichen Ausläufer der Judicarienlinie, dem Gailbruch gebildet; mit dem östlichen Teile des Karnischen Südrandes verbindet sich die nur auf eine kurze Strecke unterbrochene Suganalinie, die Fortsetzung der Aufwölbung der Cima d'Asta. Man könnte die letztgenannte geologische Leitlinie in analoger Weise als Sugana-Save-Linie bezeichnen.

Zwischen beiden trifft die wichtigste Verwerfung des nördlichen Südtirol, die Villnösser Linie, welche sich vorher mit zwei anderen, minder bedeutenden Brüchen<sup>2)</sup> vereinigt hat, auf die centrale Hochregion der Karnischen Devonriffe (Kellerwand) und bedingt hier eine wahrhaft abenteuerliche Zersplitterung und Verschiebung in der Erdrinde. Auf die östliche, in den Karawanken nachweisbare Fortsetzung dieses Bruches hier einzugehen, würde zu weit führen.<sup>3)</sup>

---

<sup>1)</sup> Dolomitriffe S. 519.

<sup>2)</sup> Falzarego- und Antelao-Linie.

<sup>3)</sup> Man vergleiche die Auseinandersetzung in dem Buch über die Karnischen Alpen, S. 98 ff.

#### 4. *Die asymmetrische Entwicklung der nördlichen und südlichen Ostalpen.*

Bekanntlich besteht unter den besten Kennern der Ostalpen ein Gegensatz über die Frage des symmetrischen oder einseitigen Baues des Gebirges. Besonders hat Suess den Gegensatz der gefalteten nördlichen und der gebrochenen südlichen Kalkalpen hervorgehoben. Jedoch läßt sich nicht verkennen, daß ähnliche Züge in der Tektonik der nördlichen und südlichen Kalkalpen vorhanden sind; so fehlen auch in den letzteren Auffaltungen nicht ganz. Dieselben sind besonders am Südrande entwickelt (Tertiärgebirge von Belluno, Monte Baldo), kommen aber auch im Gebiet der inneren Triasalpen vor (Judicariengebiet nach Bittner<sup>1)</sup> Bladen, Pontafel). Andererseits ist in einigen Teilen der nördlichen Kalkalpen, besonders bei Berchtesgaden, am Dachstein und im Toten Gebirge der Plateaucharakter scharf ausgeprägt.

Jedoch beruhen diese Ähnlichkeiten wohl größtenteils darauf, daß gleichartige Gesteine unter abweichenden tektonischen Verhältnissen ähnliche Formen annehmen. Gewaltige Massen von dickbankigen oder ungeschichteten Kalken haben in auseinandergezerrten wie in zusammengeschobenen Gebieten die gleiche Tendenz zur Dislokation durch Brüche. Starke Zusammenschiebungen derartiger Massen, wie sie aus dem Berner Oberland bekannt sind, bilden auch in der Zone der größten Faltung eine Ausnahme. Sind doch z. B. die Dolomitmassen des Kirchdach und des Tribulaun zwar durch horizontale Kalkkeile mit den umgebenden gefalteten Schiefern verbunden, aber andererseits in ihrer Masse fast vollkommen horizontal gelagert. Im Allgemeinen sind die gefalteten Regionen in den Südalpen ebensowenig ausgedehnt, wie die Gebiete mit horizontaler Lagerung im Norden.

Suess hat diese Verschiedenheit durch den Einfluß der in die Ostalpen eingreifenden adriatischen Senkung erklären zu können geglaubt (s. o.). Aus dem Bestreben, «die Senkung zu überschieben», seien die zahlreichen Brüche der Ostalpen hervorgegangen (Antlitz der Erde I, S. 353). Jedoch würde gerade ein derartiger Vorgang die ausgedehnten Aufbrüche älterer Gesteine auf den Dislokationsspalten unerklärt lassen.

Es soll hier gegen die Annahme der adriatischen Senkung als solcher um so weniger polemisiert werden, als dieselbe durch zahlreiche neue Beobachtungen bestätigt worden ist. Meine Anschauung weicht von der Suess'schen insofern ab, als ich den Einfluß der adriatischen Senkung auf den Bau der Ostalpen höchstens in der Belluneser Linie sowie in der östlichen Fortsetzung derselben zu erkennen vermag, welcher das Absinken der Kreide und Tertiärbildungen zwischen Tagliamento und Isonzo veranlaßt.

<sup>1)</sup> Über die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia-Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1881, III. Heft.



# Die geologischen Leitlinien der südlichen Ostalpen

1 : 1 500 000.

Nach den Aufnahmen von E. v. Mojsisovics, E. Suess, F. Teller, A. Bittner, M. Vacsek, K. Futterer und F. Frech.

Zu S. 104.

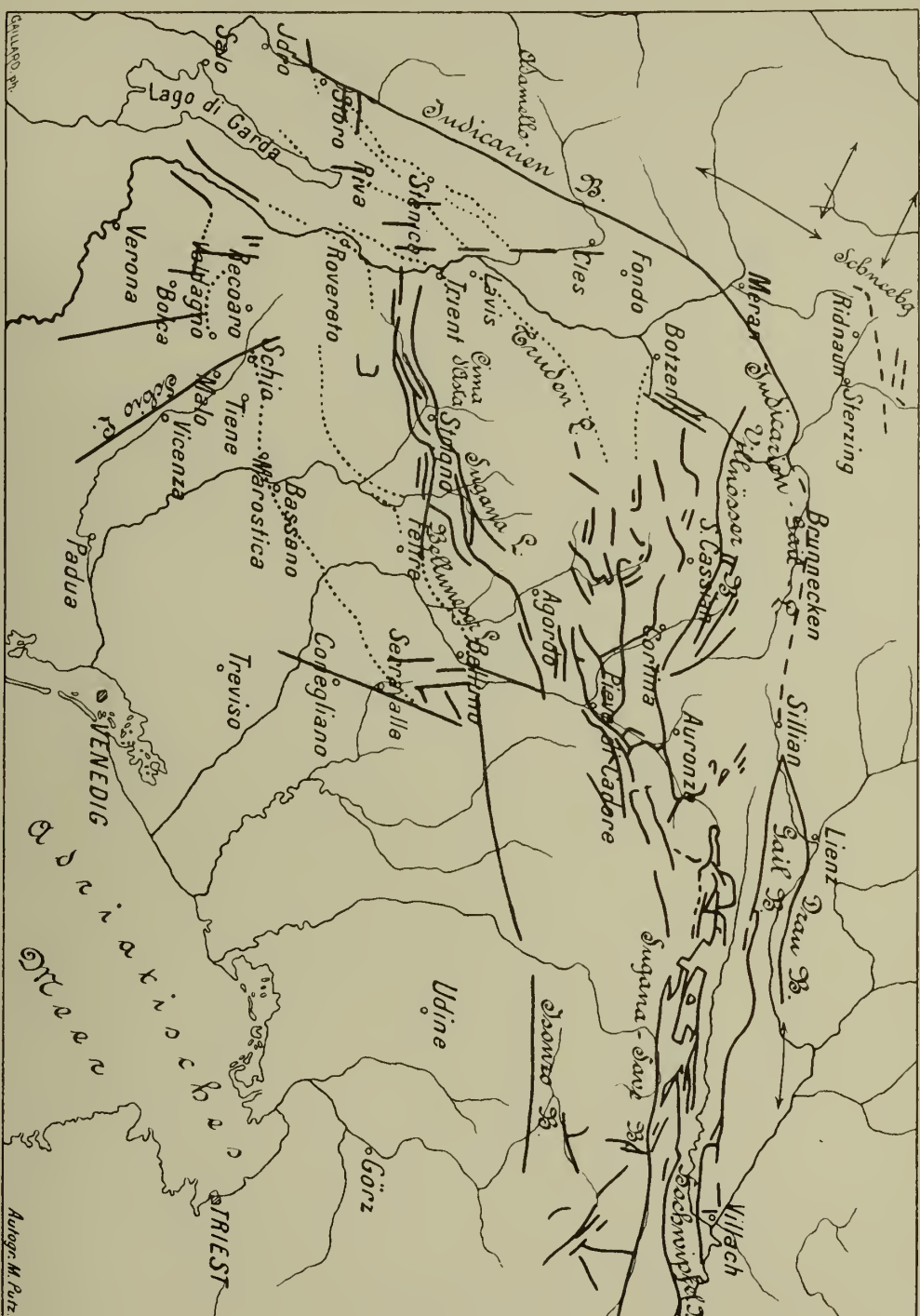


Abb. 10. Die vollen Linien bezeichnen Brüche, die punktierten schiefe Falten (Flexuren nach E. Suess\*), die durchbrochenen Überschiebungen (sämtlich nach Süden gerichtet). Die Pfeile geben das Streichen der Urgebirgsschichten an.

\*) Eine echte Flexur trennt östlich von Bozen Schlieren und Rosengarten.



Die asymmetrische, bereits oben (IV 1) besprochene Entwicklung der nördlichen und südlichen Kalkalpen beruht weniger auf dem Vorwiegen der Falten im Norden und dem Auftreten von Brüchen im Süden<sup>1)</sup>. Die Gebirgsfalten im Etschbucht-Gebirge und der Ötztaler Gruppe laufen der Judicarielinie parallel und sind also im Zusammenhang mit dieser entstanden. Vielmehr bedingt die Aufwölbung älterer Gebirgsbildungen inmitten der jüngeren Kalke der Südalpen einen wesentlichen Unterschied dieser letzteren. Während die Nordtiroler Kalkalpen gefaltet und zusammengeschoben wurden, bildeten sich in der ganzen Länge der Südalpen Sprünge, längs welcher das Gebirge stufenweise gegen Norden emporgezerrt wurde (Mojsisovics), und an der Grenze der beiden verschiedenen tektonischen Regionen fand die höchste Emporwölbung des Gebirges statt.

«Die eintretenden Verwerfungen waren häufig so stark, daß auf lange Strecken hin zwischen den mesozoischen Sedimenten die palaeozoische . . . Unterlage zum Vorschein kam, wodurch im Kleinen das Bild des Alpenbaus wiederholt wurde» (Mojsisovics). Die geographische Verteilung der älteren Gebirgskerne ist sehr bezeichnend: Die Schenkel des stumpfen Winkels der nach Norden zu vorspringenden Judicarien-Störung werden im Süden verbunden durch die tektonische Linie Cima d'Asta—Pieve di Cadore—Lorenzago, welche allerdings im Westen nicht mehr in unmittelbarer Verbindung mit dem Judicarienbruche steht. Die an der Cima d'Asta beginnende Suganalinie, welche die Basis eines gleichschenkeligen Dreiecks tektonischer Sprünge bildet, streicht ONO und trifft, wie erwähnt, mit dem östlichen Teil der Karnischen Hauptkette zusammen. (Vergl. die Karte.)

Die Karnischen Alpen gliedern sich in ost-südöstlicher Richtung von dem Hauptkamme der Tauern ab und finden ihre östliche Fortsetzung in den Karawanken, während im Westen in der Gegend von Sillian ein Zusammenhang mit den Ausläufern der Judicarielinie nachweisbar ist.

Alle Aufwölbungen älterer Gesteine im Süden stehen also in einem mehr oder weniger deutlich nachweisbaren Zusammenhang mit der Aufrichtung der Centralkette, sie stellen gewissermaßen kleine, nicht zur vollen Entwicklung gelangte Centralketten (vergl. oben) dar. Die Verbindung erscheint noch enger, wenn wir uns das Vorhandensein verschiedener Antiklinalachsen innerhalb der eigentlichen Centralzone vergegenwärtigen. Die beiden Gneifszüge des Zillerthaler und Tuxer Kammes sind nahe aneinander gerückt und werden im Süden von

<sup>1)</sup> A. Bittner (Über einige geotektonische Begriffe und deren Anwendung. Ebenda 1887 S. 404—413) verteidigt seine Beobachtungen, die das Vorhandensein schiefer Falten (non Flexuren) im Etschbucht-Gebirge lehrten. Derselbe gelangt zu dem Schlufs, daß die Nord- wie die Südalpen durch Zusammenschiebung entstanden seien und somit «auch nach Suess und v. Richthofen eine gewisse Symmetrie des Baus erkennen lassen». Die Verschiedenheiten, welche, abgesehen von dieser, wohl kaum zu bestreitenden Übereinstimmung vorhanden sind, wurden im obigen Abschnitt (IV) erörtert.

einer dritten — allerdings wesentlich jüngeren Aufwölbung, dem Meran-Brixener Granit begleitet (vergl. oben). Viel weiter divergieren im Osten (Mur) die beiden aus Centralgneifs bestehenden Aufwölbungen der Niedern Tauern und der Norischen Alpen; die zwischenliegende Synklinale wird auch hier von jüngeren krystallinen Schiefern gebildet.

*5. Welche tektonische Anlage liegt dem Aufbau der südlichen Ostalpen zu Grunde?*

v. Richthofen unterscheidet die Faltengebirge nach ihrer homöomorphen oder heteromorphen Ausbildung; bei den ersteren (Jura, Appalachen) liegen eine Reihe gleichartig gebauter Falten nebeneinander, während bei der zweiten Form eine hochaufgewölbte Mittelzone von ungleich gebauten Nebenketten eingefasst wird. Das Vorhandensein «unentwickelter Centralketten» im Süden der Ostalpen beweist nur, daß auch bei dem typischen Beispiel eines heteromorphen Faltengebirges eine gewisse Hinneigung zur homöomorphen Entwicklung vorhanden ist. Auch hat bereits v. Richthofen hervorgehoben (Führer S. 668), daß im östlichen, geradgestreckten Teile der Ostalpen die asymmetrische Ausbildung abnähme, daß der Gebirgsbau sich demjenigen der homöomorphen Faltungsregionen nähere. Aus den obigen Ausführungen geht hervor, daß dies auch in den westlicheren Teilen bis zu einem gewissen Grade zutrifft.

Die Frage, warum in dem einen Gebiet ein heteromorphes, in dem anderen ein homöomorphes Faltengebirge entstanden sei, gehört zweifellos zu den verwickeltesten Problemen der allgemeinen Geologie.<sup>1)</sup> Immerhin vermag man so viel zu behaupten, daß die geologische Vorgeschichte — vorausgesetzt, daß dieselbe mit einiger Sicherheit festzustellen ist — den Schlüssel zum Verständnis der heutigen tektonischen Verhältnisse liefert.

Der Verlauf des Nordrandes der Alpen wird bedingt durch die Reihe uralter Gebirgskerne, an welche im Süden eine in früherer Zeit nicht gefaltete und daher plastische Zone der Erdrinde angrenzt. Hingegen sind die Trias- und Juraschichten Mitteldeutschlands, welche zwischen den alten Gebirgskernen, d. h. auf einer gefalteten, jetzt in die Tiefe gesunkenen Gebirgsmasse ruhen, von keiner allgemeinen jüngeren Zusammenschiebung betroffen worden, sondern erscheinen lediglich durch Brüche<sup>2)</sup> dislociert. Daß die Bildung der Brüche in Mittel-Europa etwa gleichzeitig mit der hauptsächlichsten Faltung der Alpen erfolgte, ist von mir bereits früher nachgewiesen worden.

Sollte nicht der in den Südalpen beobachtete Gegensatz zwischen der gefalteten Trias des Etsch- und Gailgebiets einerseits und den gebrochenen Triasmassen im übrigen Südtirol, Venetien und Kärnten andererseits auf ähnlichen Ur-

<sup>1)</sup> Vergl. v. Richthofen, Führer S. 665.

<sup>2)</sup> Eine Ausnahme bildet der Nordrand des Harzes.



sachen beruhen? Die Spuren eines uralten, zur mittelcarbonischen Zeit<sup>1)</sup> aufgefalteten Hochgebirges vermögen wir auch hier von Südsteiermark bis zur Ostgrenze von Tirol zu verfolgen. Im Norden dieses durch neuere Aufwölbung unsrer Beobachtung erschlossenen alten Gebirgskernes beobachten wir (im Gailthaler Gebirge und in den Karawanken) gefaltete, im Süden ungefaltete, gebrochene Trias. Es liegt nahe, das verschiedene tektonische Verhalten der gleichen Formation auf die Verschiedenheit der tieferen Unterlage zurückzuführen und anzunehmen, daß das alte carbonische Alpengebirge sich von der heutigen Gail-Draulinie weiter südwärts erstreckt habe.

Damit würde auch der merkwürdige Verlauf der Judicarienlinie einigermaßen dem Verständnis näher gerückt werden. Dieselbe umzieht ein Gebiet alter, intensiver Gebirgsbildung, dessen Ausdehnung durch die gefalteten paläozoischen Gesteine der Karawanken und Karnischen Alpen, sowie die dem Cambrium oder Untersilur gleichzustellenden Quarzphyllite der Cima d'Asta und von Recoaro bezeichnet wird. All diese Gesteine werden von dem dyadischen Grödener Sandstein diskordant überlagert; die Faltung hat jedoch, wie die Lagerungsverhältnisse der Karnischen Hauptkette unzweifelhaft ergeben, schon in der Mitte der Carbonzeit stattgefunden.

Am Rande der alten Massen, im Etschbucht-Gebirge sind bereits wieder jüngere Faltungen sichtbar; das Tertiär des Südrandes ist ebenfalls in deutliche Synklinalen und Antiklinalen zusammengebogen; vielleicht bezeichnen hier der Tagliamento-Isonzo-Bruch und weiterhin die Belluneser Linie die in der Tiefe liegende Grenze der alten gefalteten Masse.

Hiernach hat nicht ein späterer Einbruch (E. Suess) oder die Lockerung des Gebirgsgefüges auf der Innenseite der Faltengebirge (v. Richthofen), sondern das Vorhandensein eines unnachgiebigen Kernes die asymmetrische Ausbildung der südlichen Ostalpen veranlaßt.

In gewissem Sinne enthält diese Auffassung eine Rückkehr zu den älteren Ansichten von Studer und Mojsisovics, die der letztere folgendermaßen<sup>2)</sup> zusammenfaßt: «Die Gebirge des Engadin zeigen deutlich, wenn auch in geringerem Maße (als das Etschbucht-Gebirge), die gleiche südliche Ablenkung des Streichens. Die Grenze zwischen den Ost- und Westalpen auf der Linie Feldkirch—Lago maggiore läuft der Etschdepression parallel. B. Studer hat bereits vor langer Zeit auf das Vorkommen meridionaler Streichungsrichtungen im Adula- und Suretta-Gebirge, sowie in der Silvretta-Gruppe hingewiesen, und die neueren Untersuchungen . . . haben diese Angaben bestätigt. Die nordsüdliche Umbiegung der Streichungsrichtung im Rhätikon gehört in dieselbe Kategorie von Erscheinungen. Ohne den hier dargestellten Zusammenhang zu kennen,

<sup>1)</sup> Nicht altpermischer Zeit, wie ich früher annehmen zu müssen glaubte.

<sup>2)</sup> Dolomitriffe S. 520.

deutete Studer die auffallenden Meridionalketten des Adula- und Suretta-Gebirges als Reste eines älteren Gebirgssystems. Wir pflichten dieser Auffassung des hochverdienten Alpengeologen bei, und erblicken in der angeführten Reihe paralleler Erscheinungen den Beweis einer älteren, der Entstehung des Halbbogens der Westalpen vorangehenden bogenförmigen Krümmung der Ostalpen, deren Konkavität der Etschbucht zugewandt war. Dieser Bogen war zur Perm- und Triaszeit bereits vorhanden.»

Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß trotz gewisser Übereinstimmung in der Grundauffassung die ältere Anschauung von der oben ausgesprochenen wesentlich abweicht. Mojsisovics glaubt, daß der alte ostalpine Bogen in derselben Weise angelegt war, wie das heutige Gebirge und nimmt daher eine unmittelbare Kontinuität in der Ausbildung der Gebirgsbögen an, während ich aus neueren Beobachtungen folgere, daß der heutige Bogen der Judicarienlinie derselben Bildungszeit angehört, wie die centralen und nördlichen Ostalpen; jedoch wird der Verlauf desselben durch einen schon vor langer Zeit abradirten, meist von jüngeren Gebilden bedeckten uralten Kern bedingt. Eine etwaige Fortsetzung des palaeozischen Rumpfes kann nur in der Gegend des lombardisch-adriatischen Senkungsfeldes gesucht werden. Das Vorhandensein eines permischen Alpengebirges, das auch ich früher zu vertreten geneigt war, ist angesichts des Umstandes, daß das Obercarbon im Süden nirgends gefaltet erscheint, als unmöglich anzusehen. Vielmehr begann, wie die obercarbonischen Konglomerate beweisen, zu dieser Zeit schon die Einebnung des Gebirges, die zur Dyaszeit abgeschlossen wurde: Das Grödener Konglomerat («Verrucano»), das alle älteren Bildungen diskordant bedeckt, besitzt nur in den Südalpen eine bedeutende Ausdehnung und gewaltige Mächtigkeit, fehlt aber in den Nord- und Centralalpen so gut wie ganz.

Mojsisovics rechnet ferner mit dem Vorhandensein eines triadischen Inselgebirges, welches den heutigen Centralalpen entsprechen sollte. Jedoch ist durch neuere, z. T. von Mojsisovics selbst herrührende<sup>1)</sup> Untersuchungen das Vorhandensein eines Triasmeeres in diesem Gebiete nachgewiesen worden. Wenn einzelne Erhebungen des alten mittelcarbonischen Gebirges übrig geblieben sind, so können dieselben nur in der Gegend der heutigen Karnischen Alpen und Karawanken gelegen haben. Denn im Norden und Süden dieser Linie ist die Entwicklung der mittleren Trias (Muschelkalk, Karnische Stufe — Raibler Schichten) wesentlich verschieden. Die Fauna des oberdyadischen Bellerophonkalks, welche südlicher Herkunft ist, fehlt im Norden ganz. Hingegen läßt die Thierwelt der obersten Trias (Rhät.) im Norden und Süden keine Verschiedenheiten mehr erkennen. — Doch kehren wir zurück zur Tektonik der Faltengebirge.

<sup>1)</sup> Radstädter Tauern; vergl. im Übrigen Abschnitt II und III.

## V. Heteromorphe und homöomorphe Faltengebirge.

Wenn die Auffassung der tektonischen Verhältnisse von Südtirol den That-sachen entspricht, so muß dieselbe auch für andere Gebiete anwendbar sein.

In den Westalpen werden wir allerdings ältere Massen vergeblich suchen. Denn wenn der Bogen dieses Gebirges einen älteren Kern umwallt hat, so liegt der letztere jetzt tief im Senkungsfeld der lombardischen Ebene vergraben. Hingegen sind im Rücklande der Apenninen noch Bruchstücke des alten, großenteils im tyrrhenischen Meere begrabenen Festlandes in den Inseln Sardinien und Corsica erhalten. Der Bau weicht in jeder Hinsicht von dem der Apenninen ab und deutet mit Sicherheit auf uralte Faltung hin. Die aufgerichteten cambrischen und silurischen Gesteine werden von flachgelagerter Trias (in der mitteldeutschen Facies) bedeckt, während in den Apenninen noch die mitteltertiären Schichten durchweg gefaltet sind. Ebenso trägt das auf der Innenseite der Karpathen und der großen innerasiatischen Gebirge liegende Rückland alle Anzeichen älterer Gebirgsbildung und Verfestigung an sich.

Auch auf der Innenseite des Karpathenbogens in Ungarn ist das ältere Gebirge zum größten Teile an gewaltigen Brüchen in die Tiefe gesunken; außerdem erscheint durch ausgedehnte Trachyt-Eruptionen die Untersuchung des Rücklandes noch weiter behindert. Trotzdem sind durch die Forschungen V. Uhlig's<sup>1)</sup> die deutlichen Spuren eines mesozoischen, nach Ablagerung der unteren Kreide gebildeten Faltengebirges in der vielbesprochenen Klippenzone nachgewiesen worden. Allerdings befindet sich diese näher untersuchte Region noch mitten in der eigentlichen Faltungszone, während das ältere Rückland fast vollkommen durch jüngere sedimentäre oder eruptive Bildungen bedeckt ist. Man könnte daher die Thatsache der zweimaligen (mittelcretaceischen und proteocänen) Faltung derselben Gebirgszone gegen die oben entwickelte Theorie der alten Kernmassen anführen. Jedoch liegen in der Karpathischen Klippenzone die Verhältnisse insofern verschieden, als das mesozoische Gebirge zur Zeit der oberen Kreide und des Eocæn in einen aus zahlreichen kleinen Inseln und «Klippen» bestehenden Archipel aufgelöst wurde. Dadurch, daß diese zerstreuten Überreste älterer Faltungen vollkommen von jüngeren plastischen Schiefern und Sandsteinen eingehüllt wurden, war die Möglichkeit einer nochmaligen Faltung gegeben.

Ein weiterer Hinweis Uhlig's (a. a. O. S. 813) spricht jedoch ausdrücklich für die hier entwickelten Anschauungen: Das «große alte Gebirge» der «ost-karpathischen Masse», welche mit den letzten Klippen im Marmaroscher Komitat zusammenhängt, über die Bukowina und Moldau nach Siebenbürgen zu

---

<sup>1)</sup> Der pieninische Klippenzug. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1890, S. 559 ff., bes. S. 811 ff.

verfolgen ist und in den Transsylvanischen Alpen seine Fortsetzung findet, ist «nichts anderes als die Fortsetzung der Klippenzone, nichts anderes als eine Klippe von größten Dimensionen».

Über die Hochländer Innerasiens und die dortigen südwärts gefalteten jüngeren Kettengebirge sind wir im Allgemeinen zu unvollkommen unterrichtet, um weitergehende Schlüsse im Sinne der vorhergehenden Ausführungen ziehen zu können. Immerhin lassen sich einige für unsere Anschauungen sprechende Thatsachen anführen. Das hohe geologische Alter der innerasiatischen Plateaus, welche nach langer Trockenlegung erst wieder von der großen Transgression des oberen Kreidemeeres teilweise bedeckt wurden, kann als feststehend angenommen werden; insbesondere gilt der Kwen-lun<sup>1)</sup> als Typus eines uralten abradirten Rumpfgebirges. Noch weniger kann ein Zweifel über das jugendliche Alter des Himalaya bestehen, an dessen Südrand die jüngeren Tertiärbildungen mit von der Faltung ergriffen worden sind. Doch fehlen für weitere Vergleichen die Anhaltspunkte.

Aus einem anderen Grunde kommt das Iranische Hochland nicht in Betracht. Hier bestehen, wie es scheint, die südlichen Gebirgsbögen und das eigentliche Hochland aus denselben geologischen Grundelementen<sup>2)</sup>, d. h. aus gefalteten Ketten. Erinnern wir uns, daß in allen bisher betrachteten Fällen das Rückland aus anderen, älteren Bestandteilen zusammengesetzt war, als die eigentliche Faltungszone, so würde der Iranische Bogen nicht zu den heteromorphen Faltungsgebirgen gerechnet werden können.

Nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen lassen sich heteromorphe und homöomorphe Faltengebirge dadurch unterscheiden, daß bei dem einen Typus eine gleichartig gebaute, bei dem anderen eine ungleichartig zusammengesetzte Zone der Erdrinde der Faltung unterworfen wird. Da die alten in sich verfestigten Gebirgskerne der Faltung gegenüber passiv bleiben, können dieselben nicht in die am höchsten aufgefalteten centralen Zonen der Gebirge einbezogen werden, sondern liegen auf der inneren oder äußeren Seite derselben. Auf der Außenseite wirken dieselben als stauendes Hindernis, wie die Vogesen und die böhmische Masse gegenüber den Alpen, und werden teilweise von den jüngeren Falten überschoben (Sudeten, russische Tafel).

Daß in der Richtung alter Faltungszone gebirgsbildende Vorgänge in späterer Zeit wiederholt auftreten, entspricht nicht nur den theoretischen Vorstellungen, die man sich von dem Bau der Erdrinde machen könnte, sondern ist auch in zahlreichen Gegenden beobachtet worden.

Die auf der Innenseite liegenden alten Massen bedingen in erster Linie den bogenförmigen Verlauf der Kettengebirge, da die gefaltete Zone

<sup>1)</sup> v. Richthofen, Führer, S. 674.

<sup>2)</sup> Suess, Antlitz der Erde I, S. 588.



sich naturgemäß um den alten Kern herumlegt. Der letztere verbleibt bei diesem Vorgang nur selten in seiner ursprünglichen Lage, sondern wird meist von der tektonischen Bewegung mit erfaßt. In vielen Fällen bilden sich Senkungsfelder, an deren Brüchen vulkanische Massen emportraten (Ungarn, Lombardei, Tyrrhenisches Meer). In anderen Fällen wurden die alten Massen einer unvollkommenen, in unregelmäßiger Weise zum Ausdruck gelangenden Faltung unterworfen (Sugana-Linie, Karnische Hauptkette) oder an großen Längsbrüchen stufenweise emporgezerrt. So wenigstens deutet der beste Kenner Südtirols, v. Mojsisovics, den Bau der dort beobachteten großen Bruchlinien.

Ein äußerst komplizierter Verlauf der Gebirgsketten ergibt sich dort, wo in einer breiteren, von starren Massen begrenzten Zone einzelne alte Gebirgskerne zerstreut liegen. Das westliche Mittelmeerbecken wird im Norden von dem mitteleuropäischen Schollengebiet, im Süden von der afrikanischen Tafel eingeengt und umschließt eine ganze Reihe älterer, durch frühere Faltungen verfestigten Kernmassen, wie die Karnische Hauptkette, das alte adriatische und tyrrhenische Festland, die iberische Meseta u. a. In einem solchen Gebiet wird die außerordentliche Komplikation der tektonischen Elemente, «der wirbelförmige Verlauf der Leitlinien des Alpensystems» das natürliche Ergebnis einer jüngeren Faltung sein. Aus den vorhergehenden Ausführungen folgt, daß nicht die auf der äußeren Seite, sondern die im Innern der Gebirge liegenden alten Kerne den bogenförmigen Verlauf der Faltungszonen in erster Linie bedingen; es ist dies also fast die Umkehrung von früher geltenden Anschauungen. Ihre größte Höhe erreichen die Gebirgsketten immer erst in einer gewissen Entfernung von dem auf der Innenseite liegenden alten Kern.

Wendet man den der Unterscheidung von homöomorphen und heteromorphen Faltungsgebirgen zu Grunde gelegten genetischen Gesichtspunkt auch auf die ersteren an, so ergeben sich zwei Grundtypen. Alle hierher gehörigen Gebirge entbehren der centralen Zone, aber je nach dem Alter der für den Aufbau in Betracht kommenden Elemente lassen sich heterogene und homogene Gebirge des homöomorphen Typus unterscheiden. Bei den letzteren gehören alle Ketten derselben Faltungsperiode an; den Hauptvertreter bildet der Jura. Bei den ersteren sind die parallel verlaufenden Falten verschiedenen Alters. Da jedoch die älteren Faltungszonen nicht wie bei den heteromorphen Gebirgen durch Brüche zerstückelt sind, gliedern sich die jüngeren Falten in späterer Zeit den ersteren ohne Weiteres an; nur die verschiedenartigen Diskordanzen innerhalb der Schichtenreihe geben Zeugnis von seiner wechsellvollen Entwicklung. Das typische Beispiel der homöomorphen Gebirge heterogener Zusammensetzung sind die Appalachen. Abgesehen von uralten, nicht genau konstatirbaren präsilurischen Faltsetzungen ist die älteste sicher unterscheidbare Gebirgsbildung obersilurischen Alters, wie die diskordante Auflagerung des Unterdevon

(Lower Helderberg) auf oberem Untersilur in der Nähe von Albany N. Y. beweist. Ihren Abschlufs fanden die verschiedenartigen Bewegungen in oder nach Abschlufs der dyadischen Zeit; denn erst der der Trias entsprechende Connecticut-Sandstein lagert ungefaltete auf den älteren Bildungen.

Vielleicht ist es möglich, mit Hülfe der im Vorstehenden skizzirten Betrachtungen auch das vielbesprochene Problem der Einseitigkeit der Gebirgsfaltung seiner Lösung näher zu führen. Die einseitige Faltung wird bekanntlich von E. Suess und seinen Anhängern angenommen, während viele in Wien, d. h. in demselben Arbeitsgebiet wie E. Suess arbeitende Geologen diese Anschauung entschieden bekämpfen. Nicht jeder wird, wie Tietze<sup>1)</sup> hervorhebt, die Notwendigkeit begreifen, «dafs die Aufwürmung von Kettengebirgen infolge der Kontraktion der Erdrinde stets nur einem einseitigen Schube entsprechen solle, während doch ein von zwei Seiten zusammengeprefstes Gebiet geringerer Widerstandsfähigkeit sich ebenfalls in Falten legen werde». Ähnliche Anschauungen, gegen deren theoretische Berechtigung kaum etwas einzuwenden sein dürfte, sind vor allem von Bittner vertreten worden.<sup>2)</sup>

Gehen wir davon aus, dafs bei der Faltung eine Verminderung der Oberfläche eintritt, so kann die tieferliegende Ursache (Schrumpfung des Erdkerns, chemische Veränderungen innerhalb der Erdrinde) vorläufig aufser Betracht bleiben.

Ein Rindenstück der Erde, das durch irgend eine Kraft auf kleineren Raum zusammengeprefst wird, legt sich in eine Anzahl paralleler homöomorpher Falten zusammen; das beste Beispiel ist nach v. Richthofen's Schilderung das südöstliche China. Die Voraussetzung einer solchen gleichartigen Faltung ist eine vollkommen homogene Zusammensetzung der Gesteine.

Sobald diese Voraussetzung nicht zutrifft, sobald ältere gefaltete und verfestigte Kerne in einer mechanisch beweglicheren Umgebung liegen, wird die Faltung in dieser letzteren kräftiger wirken, als in den alten Massiven, die schon zusammengeprefst sind. Selbst wenn hier nachträglich einzelne Verschiebungen erfolgen sollten, ist es meist unmöglich, dieselben von den früheren Dislokationen oder Falten zu unterscheiden. Ein Beispiel für viele: Die ältere Gebirgsbildung war im Harz mit dem Mittelcarbon abgeschlossen; die Lagerung des Obercarbon ist im S und SO fast ungestört. Am Nordrande der alten Masse sind die mittleren Schichten (vom Zechstein bis zum Untersenon) steil aufgerichtet, sowie weiterhin in einige Mulden und Sättel zusammengelegt. Jedoch können keine Spuren dieser jüngeren Faltung, deren Richtung von den älteren gänzlich verschieden ist, in den älteren Gesteinen wahrgenommen werden. Eben- sowenig haben die letzteren den Druck weitergeleitet: denn im Süden des Harzes sind Anzeichen späterer Faltung nicht erkennbar. Es liegt, wie schon die oben

<sup>1)</sup> Verhandl. G. R. A. 1886, S. 357.

<sup>2)</sup> Jahrb. G. R. A. 1887, S. 392 ff., bes. S. 412, 413.

wiedergegebenen Citate beweisen, *a priori* kein Anlaß zu der Annahme vor, daß die faltende Kraft ursprünglich einseitig gewirkt hat. Wohl aber wird, wie das vorgeführte, möglichst einfach gewählte Beispiel beweist, das Vorhandensein eines alten Kernes die einseitige Ausbildung der Falten bedingen.

Nur dort, wo wie im Harz die Kraft der jüngeren posthunen Gebirgsbildung unerheblich ist, bleiben die Falten auf eine Seite des alten Kernes beschränkt. Ist die Energie größer, so werden die alten Kerne von jüngeren Falten umwallt und teilweise aufgedrückt oder an den Rändern überschoben. Die einseitige, unregelmäßige Entwicklung der jüngeren bogenförmigen Ketten steigert sich, wenn, wie im Mittelmeergebiet, alte Kerne in größerer Zahl vorhanden sind.

Giebt man also eine größere oder geringere Verschiedenheit der Zusammensetzung der Erdrinde zu, so folgt hieraus unmittelbar eine größere oder geringere Asymmetrie der faltenden Bewegung. Die Einseitigkeit ist also nicht eine ursprüngliche und wesentliche Eigenschaft der Faltung, sondern entsteht durch mechanisch-tektonische Einflüsse. Bei der großen Verbreitung älterer Faltungszonen und -Kerne sind die jüngeren Gebirge größtenteils asymmetrisch entwickelt. Diese Ausbildung findet sich sogar bei den homöomorphen Gebirgen von heterogener Zusammensetzung (s. o.).

---

## Ergebnisse.

Die auf lokale und allgemeine Verhältnisse bezüglichen Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen sich kurz zusammenfassen:

1. Die östlichen Centralalpen waren vom obertriadischen und liassischen Meere bedeckt; für das Brennergebiet im weiteren Sinne und die Radstädter Tauern ist diese Bedeckung unmittelbar nachzuweisen, für die westlichen Ötztaler Alpen und Hohen Tauern wahrscheinlich (Abschnitt II u. III).
2. Von der am Brenner nach Westen zu abgesenkten Zillertaler Gneifsachse gehen nach Norden und Süden zu Überschiebungen aus. Es entsteht also eine Art von Fächerstruktur im Großen, welche ihr Analogon etwa in dem von Margerie beschriebenen Aufbau der Pyrenäen findet (Abschnitt III).
3. Die bei Meran umbiegende Judicarienlinie steht durch Vermittelung der eingefalteten Triaszüge sowie des Meran-Brunecker Granits mit den Drau- und Gailbrüchen in unmittelbarer Verbindung. Die gesamte Länge der Gail-Judicarienlinie beträgt 330 Kilometer. Die tektonische Grundursache ist Faltung, welche infolge des Übermaßes der Spannung im Süden und Osten in Brüche übergeht (Abschnitt IV, 1, 2).
4. Die nach Osten zu bis in die Karawanken verlängerte Gail-Judicarienlinie umzieht einen gefalteten Gebirgskern carbonischen Alters, dessen Unnachgiebigkeit auch die Faltung der auflagernden Trias verhindert hat. Verwerfungen bilden daher im Norden (Villnösser Bruch etc.) und im Innern (Sugana—Save-Linie) die vorherrschende Dislokationsform. Gefaltete Gebiete finden sich nur im Westen (Etschbucht-Gebirge) und im Süden (Schio, Belluno) (Abschnitt IV und V).
5. Heteromorphe und homöomorphe Faltengebirge sind auf dieselbe Entstehungsursache (einseitige Faltung) zurückzuführen. Der bogenförmige Verlauf und die asymmetrische Entwicklung der heteromorphen Faltengebirge erklärt sich aus dem Vorkommen älterer, starrer Gebirgskerne auf der inneren Seite. Um diese ältere Gebirgsmasse legt sich der Bogen der jüngeren Falten. «Stauende Horste» im Vorland sind nur bei einem Teil der heteromorphen Faltengebirge vorhanden (Alpen-mitteuropäische Horste; Betische Cordillere—Meseta) (Abschnitt V).
6. Die Einseitigkeit ist keine ursprüngliche und wesentliche Eigentümlichkeit der Faltung, sondern gelangt nur dort zur Ausbildung, wo eine ungleichförmige Zusammensetzung der Erdrinde, vor allem das Vorhandensein älterer Gebirgskerne die Ausbildung gleichartiger Falten unmöglich macht. (Abschnitt V.)

Halle a./S., im Dezember 1892.



Die  
Strukturlinien Syriens und des  
Roten Meeres.

---

Eine geotektonische Studie

von

Dr. Max Blanckenhorn.

Erlangen.

(Hierzu eine Karte und eine Tafel mit Profilen.)



## Inhaltsübersicht.

### Einleitung.

#### Die Brüche des östlichen Afrika.

### I. Das Bruchsystem des Roten Meeres.

- A. Die Entstehung des Golfs von Suez.
- B. Entstehung des Roten Meeres.
- C. Der Einbruch des nordägäischen Meeres.
- D. Relativ junges Alter des Jordanbruchs im Vergleich zum Roten Meer.
- E. Vulkanische Erscheinungen am Roten Meer, in Arabien und der syrischen Wüste.

### II. Das syrische Spaltensystem.

#### A. Südsyrien.

1. Der Golf von Akaba.
2. Das Wādi el-'Araba.
3. Das Ghôr oder Jordantal.

#### B. Mittelsyrien.

1. Das Jordanquellgebiet, das Zwischenglied zwischen dem Ghôr und der Beká'a.
2. Der Libanon.
  - a. Der südliche Libanon.
  - b. Der mittlere und nördliche Libanon.
3. Allgemeine Folgerungen.
4. Das Gebirgssystem des Antilibanon.
  - a. Der Hermon oder Djebel esch-Scheich.
  - b. Die Ketten des Antilibanon.
  - c. Weitere Schlusfolgerungen.
5. Die Tertiärbildungen in Mittelsyrien.
  - a. Das Pliocän.
  - b. Das Miocän.
  - c. Das Eocän.
6. Das Durchbruchsthal des Leontes.
7. Die Ablenkung der syrischen Spalten.

#### C. Nordsyrien (im engeren Sinne).

1. Übergang der Struktur Mittelsyriens in die Nordsyriens.
  - a. Die östliche Wüstenregion.
  - b. Übergang in den Küstengebirgen.
  - c. Durchbruch der syrischen Strukturlinien durch die Basaltmasse am (südlichen) Nahr el-Kebir.
2. Der Djebel el-'Ansêrije oder das Nusairiergebirge.
  - a. Umfang und allgemeine Beschaffenheit des Gebirges.
  - b. Struktur des nördlichen Nusairiergebirges.
3. Das Ghâb oder mittlere Orontesthal bei Djisr esch-Schughr.
4. Schlusfolgerungen.
5. Die Virgation der Spalten im O von Djisr esch-Schughr.
6. Jungndliches Alter des syrischen meridionalen Bruchsystems.
7. Ältere (pliocäne) Vorgänge an der Küste Nordsyriens.

#### D. Das nördlichste (taurisch-kleinasiatische) Syrien.

1. Eruptivgesteine Syriens. Gegensatz in dieser Beziehung zwischen der eigentlichen syrischen Tafel- und Schollenregion im S und den Aufsenzügen des Taurussystems im N.
2. Sonstige Gegensätze zwischen S und N.
3. Der Casius Mons oder Djebel Akra'.
4. Das Kurdengebirge.
5. Der Amanus Mons.
6. Die letzten Spuren des großen meridionalen syrischen Bruchsystems zwischen den äußersten Parallelzügen des Taurus.

## Einleitung.

Als E. Suess 1885 in zwei Abschnitten seines epochemachenden Werkes «das Antlitz der Erde» es unternahm, in geistvoller Weise die Grundlinien der Struktur Vorderasiens zu zeichnen, da mochte ihm wohl von keinem einer Besprechung werten Gebiet der Mangel an vorliegenden positiven Nachrichten so empfindlich erscheinen, als von Syrien, das den zum Verständnis des ganzen Gebirgsbaus so überaus wichtigen Übergang von seiner «afrikanischen Wüstentafel» zu seinem Faltenlande «Eurasien» vermitteln soll. Seitdem ist die Kenntniss der geologischen Verhältnisse ganz Syriens um ein Bedeutendes fortgeschritten.

Im äußersten Süden von Syrien hat J. Walther<sup>1)</sup> gelegentlich seiner mit Unterstützung der Königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften unternommenen Studien über «die Korallenriffe der Sinaihalbinsel» zahlreiche neue Beobachtungen über die geologische Beschaffenheit der Umgebung des Golfs von Sûez gesammelt. Neuerdings, im Frühjahr 1891, hat auch A. Rothpletz<sup>2)</sup> die Westküste der Sinaihalbinsel untersucht.

E. Hull<sup>3)</sup> veröffentlichte 1885 und 1889 die Resultate seiner, im Auftrage des Palestine Exploration Fund auf der Sinaihalbinsel und in Palästina angestellten Forschungen, welche neue wichtige Aufschlüsse über die geognostische Beschaffenheit dieses Gebietes und namentlich die Struktur des Jordanthals und seiner südlichen Fortsetzung, des Toten Meeres, Wâdi el-'Araba und Golfs von 'Akaba gaben.

Nötling stellte 1885, im Auftrage und auf Kosten des Deutschen Palästina-Vereins Untersuchungen im nördlichen Ostjordanland und Hermongebiet an.

---

<sup>1)</sup> Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel. Geol. u. biolog. Beobachtungen. Abh. d. math.-phys. Kl. d. sächs. Ges. d. Wiss, XIV, 10. Leipzig 1888.

<sup>2)</sup> Die geologischen Ergebnisse dieser Reise sind abgesehen von einer kurzen Mitteilung im Neuen Jahrb. f. Min. 1893, I, S. 102—104: «Stratigraphisches von der Sinaihalbinsel» noch nicht veröffentlicht.

<sup>3)</sup> Mount Seir, Sinai and Western Palestine 1885. — Memoir on the Geology and Geography of Arabia Petraea, Palestine and adjoining districts, published for the Committee of the Palestine Expl. F. 1889.

Diener's Reise im selben Jahre hatte hauptsächlich das Studium der Morphologie und Tektonik des Libanon und Antilibanon zum Zwecke. In seinem Hauptwerk: «Libanon» 1886 gab er dann nicht nur die «Grundlinien der physikalischen Geographie und Geologie von Mittelsyrien», sondern versuchte in einem letzten Abschnitt bereits nach Suess' Vorbild die Beziehungen der Leitlinien des Libanonsystems zu der Struktur von Vorderasien und zum östlichen Mittelmeerbecken zu entziffern.

Nordsyrien, bis dahin immer noch ein jungfräuliches Gebiet in Bezug auf geologische Durchforschung, wählte ich selbst dann im Jahre 1888 als Reiseziel. Mein Interesse gerade für dieses Gebiet war wachgerufen durch meine damaligen Studien über die geognostische Beschaffenheit Afrikas und Vorderasiens, bei welchen ich keine Lücke in unserer Kenntnis der geologischen Verhältnisse dieser ausgedehnten Erdregionen unangenehmer empfand als die betreffs Nordsyriens, wo die syrischen Schollengebirge und Tafelländer mit den taurischen Falten in Berührung treten. Der ausgesprochene Zweck meiner Reise dorthin, die ich, ermutigt durch meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Freiherr von Richthofen, im übrigen ohne fremde Unterstützung, unternahm, war, diese Lücke, soweit es in meinen Kräften stände, auszufüllen. Die Hauptresultate meiner vierthalbmonatlichen Forschungen in Syrien habe ich in meinen «Grundzügen der Geologie und physikalischen Geographie von Nordsyrien, Berlin, 1891» niedergelegt, wo ich die einzelnen Teile dieses Landes nach einander einer gesonderten Besprechung unterzog.

Um die positiven, durch meine Beobachtungen gewonnenen Ergebnisse in den Vordergrund treten zu lassen und die Objektivität der Darstellung des wirklich Beobachteten nicht zu beeinträchtigen, hatte ich es zunächst vermieden, auf Spekulationen über Gebirgsbau einzugehen; auch liefs ich der Einzeldarstellung keinen zusammenfassenden Abschnitt vorangehen oder folgen. Jetzt indessen, nachdem bereits mehrfach anderweitig in Besprechungen meiner obigen Arbeit und in besonderen Schriften die Resultate meiner Forschungen zu allgemeineren Betrachtungen verwendet worden sind, halte ich es an der Zeit, meinen Standpunkt auch in dieser (theoretischen) Beziehung zu präzisieren, um Irrtümern in der Auslegung meiner Auffassung zu begegnen. Gleich Diener in dem letzten Abschnitt seines «Libanon» bleibt es auch mir übrig, «die Ergebnisse der in den Spezialdarstellungen gewonnenen Gesichtspunkte für eine übersichtliche Betrachtung der orogenetischen Verhältnisse eines gröfseren Teils von Vorderasien, speziell ganz Syriens zu verwerten», wobei ich — um es vorher zu sagen — freilich zu Resultaten gelange, die in mehr als einer Hinsicht von denen meiner Vorgänger auf diesem Gebiete abweichen.

---



## Die Brüche des östlichen Afrika.

«Ein lineares, meridional verlaufendes Bruchsystem, das zu den großartigsten auf der Erdoberfläche zählt, ist als ein für die Tektonik von Syrien maßgebender Charakterzug seit lange bekannt.»<sup>1)</sup> Jetzt weiß man, daß diese syrischen Brüche nur die Endigungen oder besser die Abzweigungen eines noch viel bedeutenderen Systems von Spalten bilden, das inmitten von Afrika im Schirethale im S des Nyassasees beginnend sich über 50 Breitengrade hin zwischen den Längengraden  $35^{\circ}$  und  $36^{\circ} 30'$  ö. v. Gr. nach N zieht. Schon in früheren Jahren nahm ich an der Hand der Litteratur mehrfach Gelegenheit, wenigstens mündlich auf den inneren Zusammenhang der vulkanischen Erscheinungen im ganzen O von Afrika und SW von Asien hinzuweisen, so 1887 in einem im geographischen Kolloquium der Universität Berlin gehaltenen Vortrag<sup>2)</sup> und im Sommer 1891 in meiner öffentlichen Antrittsrede<sup>3)</sup> als Privatdozent an der Universität Erlangen. Es würde uns zu weit führen, hier auf diese fortlaufende Zone der Zerteilung der Erde in längliche Schollen und Trümmer, soweit sie sich auf Afrika erstreckt, näher einzugehen. Hat doch E. Suess erst kürzlich in einer Abhandlung: «Die Brüche des östlichen Afrika»<sup>4)</sup> alle Ergebnisse der bisherigen Forschung bezüglich dieser Verhältnisse in gewohnter meisterhafter Weise übersichtlich zusammengestellt und die wesentlichen Momente klar genug hervorgehoben.

Uns interessirt diese Zone der großen tektonischen, durch Vulkane gekennzeichneten Bruchlinien hier nur, insoweit sie nach Vorderasien cingreift.

---

<sup>1)</sup> Diener, Libanon, S. 378.

<sup>2)</sup> Über «die Verbreitung der jüngeren Eruptivgesteine in Afrika».

<sup>3)</sup> Über «die geognostischen Verhältnisse von Afrika mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Kolonialgebiete».

<sup>4)</sup> Als Anhang zu den Veröffentlichungen der Graf Teleki-v. Höhnel'schen Expedition in «Beiträge zur geol. Kenntnis des östl. Afrika von v. Höhnel, Rosiwal, Toulou u. Suess.» Denkschr. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, B. LVIII, 1891.

## I. Das Bruchsystem des Roten Meeres.

Das den Kontinent Asien von Afrika scheidende Rote Meer verdankt seine Entstehung einer grabenartigen Einsenkung eines Streifens der nordafrikanisch-arabischen Tafel zwischen zwei von SSO nach NNW streichenden Spalten der Erdkruste.

Wann hat sich dieses gewaltige Naturereignis, das begleitet war von dem Vordringen der Gewässer des Indischen Oceans bis in unmittelbare Nähe des Mittelmeeres, vollzogen? Das ist die erste schwierige Frage, die uns hier entgegentritt. Daß es bei dem Aufreißen des ganzen Systems von Brüchen im östlichen Afrika sich nicht um eine einzige plötzliche Katastrophe handelt, wird jeder zugeben, der die außerordentliche Komplizirtheit der zu erklärenden Störungen übersieht, indes einen allzulangen Zeitraum haben jene eingreifenden Veränderungen auch nicht in Anspruch genommen.

Die Betrachtung der geognostischen Beschaffenheit der Küstenländer des Roten Meeres, die regelmäßige Auflagerung der Schichten des Eocäns auf denen der Kreide, die eine Grenzlegung zwischen beiden Systemen dort so sehr erschwert, machen es zunächst unzweifelhaft, daß wichtigere Dislokations-Vorgänge am Roten Meer vor dem Ende des Eocäns oder besser gesagt, vor dem Abschluß der alttertiären paläogenen Ablagerungen nicht stattfanden. Das Oligocän war hier wie am ganzen Mittelmeer wohl größtenteils eine Festlandsperiode, aus der mit Sicherheit keine Sedimente bekannt sind. Maßgebende Veränderungen brachte erst die auf dem ganzen Erdball unruhige Miocänzeit. In Syrien und Unterägypten (Oase Siuah) eroberte das zum ersten Mal als solches erscheinende Mittelmeer zwischen den drei Kontinenten der alten Welt vorübergehend neue Gebiete. Damals zeigten sich in diesen Regionen die ersten Anfänge der bis in die Jetztzeit sich fortsetzenden Bewegungen der festen Erdrinde, welche bald lokale Auffaltungen, bald Senkungen zur Folge hatten.

### A. Entstehung des Golfs von Sûez.

Auch am Roten Meer oder wenigstens am Golf von Sûez müssen während des Miocäns gewisse Veränderungen in der Gestaltung der Erdoberfläche vor sich gegangen sein. Im W des Sinaigebirges entstand eine Depression, in welche freilich noch nicht der Indische Ocean, wohl aber das älteste Mittelmeer seine Fluten ergoß. Am Djebel Geneffe im W von Sûez und in der Umgebung

des Wâdi et-Thâl oder «Etâl»<sup>1)</sup> (= Uâdi Etthâl auf Walther's geologischer Karte der westlichen Sinaihalbinsel), welches an der W-Küste der Sinaihalbinsel unter 29° 8' n. Br. in den Golf mündet, sind Reste von marinen Ablagerungen aus dieser Zeit erhalten. Obwohl dieselben vollständig im Gebiet des Roten Meeres liegen und von jüngeren Ablagerungen desselben umgeben sind, zeigen sie doch in ihrer Fauna keinerlei Elemente, welche auf eine nähere Verwandtschaft mit der indisch-orientalischen Fauna hinweisen würden, besitzen vielmehr vollständig den Charakter der Miocänbildungen des Mittelmeeres. Eine Bucht des Mittelmeeres reichte also einst über Sûez bis mindestens zum Wâdi et-Thâl<sup>2)</sup>. Wie diese Bucht beschaffen war, ob sie schon annähernd ähnliche Begrenzung hatte wie der heutige Golf von Sûez, darüber können wir uns höchstens in Vermutungen ergehen. Einzig sicher ist nur, daß die Fluten eines Miocänmeeres in der Gegend des Wâdi et-Thâl 6 km weit das heutige Ufer überschritten.

Der jetzige Umriss des Golfs von Sûez hat sich der Hauptsache nach zweifelsohne erst später herausgebildet. Untersuchen wir zunächst die nord-östliche asiatische Seite.

In der nördlichen Hälfte des Golfs ist der heutige Steilabfall der aus Kreide- und Eocänsedimenten gebildeten Küstengebirge im SW des eigentlichen Tihplateaus, speziell in der Umgebung des genannten Wâdi et-Thâl, bedingt durch eine steile Flexur, in der die im O horizontal gelagerten Kreideschichten nach SW in die Tiefe fallen. Es geht das hervor aus dem Querprofil, welches Hull<sup>3)</sup> von der Mündung des «Wadi Ethal» aus nach O zu aufgenommen hat.

Diese z. T. wohl auch mit Brüchen verbundene Schichtenbeugung begleitet offenbar in NW—SO-Richtung den ganzen Küstenstrich, soweit derselbe einen mehr oder weniger plötzlichen Abfall der Kreideschichten zum Meer aufweist, also nach Walther's Karte<sup>4)</sup> etwa vom Wâdi el-Amâra im N bis zur Ebene von Marchâ im S.

Aber auch weiter südlich wird es nach den Aufnahmen Walther's möglich, jene von NW nach SO gerichtete Strukturlinie zu verfolgen. Im SO der Marchâ-Ebene nämlich finden wir bis zum Ort Tôr dem SW-Rand des eigentlichen Sinaimassivs eine langgestreckte, z. T. aufgebrochene Mulde vor-

<sup>1)</sup> Nach Rothpletz' neuesten Beobachtungen (Neues Jahrb. f. Min. etc. 1893 I, S. 103). — J. Walther hat Miocän auch bei Grüm unweit Tôr also noch weiter im S vermutet. Nach den von Rothpletz daselbst gesammelten, von Simonelli untersuchten Versteinerungen gehört die letztere Ablagerung indes der quartären Zeit an, indem die Fauna mit der jetzt im Roten Meer lebenden übereinstimmt. Der von Walther für *Amphiope* gehaltene Seeigel wäre ein *Echinodiscus auritus*.

<sup>2)</sup> Das von Dr. Rothpletz hier neu entdeckte Miocänvorkommen liegt nach freundlicher brieflicher Mitteilung dieses Forschers etwa 100 km südsüdöstlich von Sûez, genau da wo die gewöhnliche Karawanenroute das Thal Etal, eigentlich et-Thâl, durchquert. Die Stelle liegt nicht direkt am Meere, vielmehr 6 km von der Küste entfernt. Die Miocänschichten liegen hier in einer Höhe von 150 m über dem Meere «muldenförmig und diskordant» dem Eocän und der Kreide des Küstengebirges auf.

<sup>3)</sup> Survey of Western Palestine. Geology. Section No. 6 from Gulf of Suez near W. Ethal over Sarbut et Jemel to the Plateau of the Tih.

<sup>4)</sup> Abh. d. math.-phys. Kl. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. XIV. Leipzig 1888.

gelagert, deren Tiefenlinie gerade in der Verlängerung der nordwestlichen Flexur gelegen ist. Der westliche Flügel der Mulde ist noch im Araba-Gebirge erhalten, nach S sinkt er allmählich in die Tiefe. Diese Synklinale, welche Walther in mehreren von NW nach SO aufeinanderfolgenden Querprofilen wohl charakterisiert hat, vermag uns vielleicht weiteren Anhalt zur Erklärung der Entstehung des Golfs von Sûez zu geben.

Das erste Profil Walther's vom «Ausgang des Uâdi Firân» zeigt an, daß die Schichten des Ostflügels etwas stärker gegen das Muldentiefste einfallen als im W. Die Mulde ist unsymmetrisch oder schief. Ob übrigens, wie es Walther's Profil 1 darstellt, der Übergang zwischen O- und W-Flügel hier sich ganz ungestört vollzieht, erscheint mir sehr zweifelhaft und der Bestätigung bedürftig. Walther hat gerade die Stelle des Muldentiefsten am Wâdi Firân selbst nicht besucht. Nach der auf der «geologischen Karte der westlichen Sinaihalbinsel» aufgetragenen Verbreitung der Sedimentärsysteme gewinnt man den Eindruck, als müsse in dieser Gegend quer über das Wâdi Firân eine SO—NW-Störung verlaufen, welche den nur westlich davon gelegenen, flachgelagerten Nummulitenkalk im O abschneidet und von dem nur aus Kreideschichten bestehenden Ostflügel trennt. In diesem Falle wäre also die schiefe Mulde an der Linie der größten Spannung im Muldentiefsten gebrochen und ihr westlicher Teil, wenn auch wenig, gesunken. Die südöstliche Verlängerung dieser hypothetischen Muldentiefenlinie fällt dann gerade mit dem Fuß des Westabfalls des Sinaigebirges gegen die Gaâ-Wüste zusammen. Unter den Sanden und Geröllen der letzteren scheinen mir hauptsächlich die hier noch tiefer als im N eingesunkenen inneren Teile des Westflügels der Mulde begraben. Der Ostflügel ist längs der Gaâ-Wüste deutlich nur noch in deren nördlichster Region vertreten, wo er sich nach S auffallend schnell verschmälert. An einer in nördlicher Richtung verlaufenden Querverwerfung scheinen dann die Kreidekalke gegen den Granit des Scrbâlmassivs abzubrechen. Von hier an sind nur noch vereinzelte Reste des Ostflügels ganz am Rande des alten Gebirges erhalten (so am Ausgang des Wâdi Hebrân steil aufgerichtete Schollen von Mergeln und Kalk mit Kreideversteinerungen<sup>1)</sup>), bis auch diese Spuren ganz verschwinden. Die zunehmende Schichtensteilheit und die Verschmälerung des Ostflügels bis zu dessen oberflächlichem Verschwinden geht Hand in Hand mit der Zunahme der Unsymmetrie der Mulde gegen SO. Aus der gebrochenen Mulde wird (vermutlich unter Vermittelung einer gebrochenen Flexur) schließlich eine einfache Verwerfung, an der der ganze Schichtenkomplex abgesunken ist. Schon Walther's Profil 2 auf Taf. VII läßt auf eine solche Randverwerfung schließen, noch zweifelloser wird dieselbe in den Profilen 5—9. Diese Hauptbruchlinie bezeichnet den eigentlichen SW-Rand des Sinaimassivs bis zum Râs Muhammed im äußersten S der Halbinsel.

<sup>1)</sup> Walther, a. a. O. S. 452 und Profil 4.



Wann diese für die Struktur des Westrands der Sinaihalbinsel wichtigste Dislokation samt der mit ihr genetisch zusammenhängenden Mulde am Wâdi Firân wie schliesslich der Küstenflexur im W des Miocäns am Wâdi et-Thâl entstand, bleibt vorderhand ganz ungewiss.

Die von Walther beobachtete Miocänablagerung bei Grûm in der Gaâ-Wüste, welche auf ein Vorhandensein einer Depression daselbst schon im Miocän schliessen lassen könnte, darf nicht mehr als Beweis herangezogen werden, nachdem Rothpletz ihr tertiäres Alter bezweifelt hat.

Die Struktur und der Umriss der Ostseite des Golfs von Sûez wird noch durch eine zweite grosse Bruchlinie wesentlich bestimmt. Sie beginnt im S etwa 12 km westlich vom Râs Muhammed am Korallenriff Schâb Mâhmud mit einem plötzlichen Abfall des Meeresuntergrundes von 2 zu mehr als 400 Faden Tiefe und begrenzt hier eine der Südecke der Sinaihalbinsel vorgelagerte von Korallenriffen umsäumte Meeresuntiefe im W gegen die Strafe von Djubal, das Ausfahrtsthor des Sûezgolfs. Parallel der erwähnten Randspalte des eigentlichen Sinaigebirges verläuft sie nach NW und fällt auf diesem Wege mit der Küstenlinie und damit zugleich mit dem Westrand der flachen Gaâ-Wüste zusammen. Von Tôr an bezeichnet sie die SW-Seite des Araba-Gebirges, des SW-Flügels der oben besprochenen Mulde. Am Râs Djehân bildet die Abbruchlinie des Gebirges plötzlich einen stumpfen Winkel und setzt nunmehr in nördlicher Richtung fort, während der Küstenumriss von genanntem Vorgebirge an durch vorgelagerte Küstenebenen mehr abgerundet erscheint. An diesem S—N-Abbruch, der schräg in die von SO nach NW gestreckte Mulde einschneidet, endigt nach und nach der ganze an dem Westflügel beteiligte Schichtenkomplex, wie wir oben auch den Ostflügel im O an einer (parallelen) S—N-Verwerfung abgeschnitten fanden.

Am Ausgange des Wâdi Bûdra in die Ebene von Marchâ würde ungefähr die Kreuzung der SN-Linie vom Râs Djehân mit der Muldentiefenlinie stattfinden, die weiter nördlich die Rolle der Festlandsrand-Spalte übernimmt. Die hypothetische nördliche Fortsetzung des Araba-Gebirges oder westlichen Muldenflügels ist jenseits der Kreuzung in dem stumpfen Winkel zwischen den beiden heutigen Küstenverwerfungen in die Tiefe gesunken. An die Stelle der gebrochenen schiefen Mulde tritt im NW die mit Bruch verbundene Flexur. Im N der Marchâ-Ebene springt der Gebirgsabfall etwas ein, vermutlich infolge von unregelmässiger Zerklüftung, wie sie Kreuzungsstellen zweier Hauptbruchlinien häufig charakterisieren. Am Fufs des Gebirges zeigen sich in dieser einspringenden Ecke die Kreideschichten mehrfach dislocirt und zertrümmert, so an der Mündung des Wâdi Schellâl und der Quelle Marchâ.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Walther, a. a. O. S. 144, 154.

Denkt man sich unsere SN-Linie über 'Ain Marchâ hinaus noch ein Stück verlängert, so fallen hier wie Hull's geologische Karte und sein schon oben angeführtes Profil «Section No. 6» lehren, am Berge Sarabût el-Jemel die Schichten gegen W ein, freilich ohne Bruch, während sie östlich im eigentlichen Plateau et-Tih wie auch westlich horizontal liegen. Die Verwerfung hat sich also in eine regelrechte Flexur aufgelöst, ähnlich wie die SO—NW-Linie am Wâdi et-Thâl.

Auch die südwestliche ägyptische Seite des Suezgolfes ist von einer Hauptbruchlinie beziehungsweise einem System von Brüchen begleitet, die in NW-Richtung dem arabischen Küstengebirge Ägyptens parallel verlaufen. Letzteres ist in seiner Beschaffenheit genau das Gegenstück zum Sinai. Hull<sup>1)</sup>, der den Golf von Sûez als aufgebrochene Antiklinale auffasst, hält die Berge zwischen diesem und dem Nil für eine niedrige Synklinale und das Nilthal dann wieder für eine Antiklinale. Betrachtet man hingegen Zittel's<sup>2)</sup> Querprofile AB und FG auf seiner «geologischen Übersichtskarte der libyschen und arabischen Wüste», so erscheint gerade der Nil im Tiefsten einer flachen Synklinale, welcher eine Antiklinale in dem Küstengebirge folgt. Es entsteht nun die Frage: umfaßt diese letzte Antiklinale nur die arabische Küstenkette, und ist der Golf von Sûez im ursprünglichsten Zustand eine Mulde zwischen ihr und dem Gegensattel im W, oder umfaßt sie die beiderseitigen Küstengebirge im O und W als ihre stehengebliebenen Flügel, während im Scheitel des Sattels die Zerreißung und der Einbruch stattfand? Die zweite dieser Annahmen entspräche der alten Auffassung Elie de Beaumont's über die Entstehung der Vogesen und des Schwarzwaldes, die neuerdings de Lapparent und Diener wieder geltend machen und nach der eine einzige groÙe beulenförmige Wölbung erhoben wurde, deren Schlufsstein (*clef*) dann in die Tiefe ging. Noch fehlt eine genaue Untersuchung der Struktur des arabischen Küstengebirges, die diese Frage ihrer Lösung näher bringen könnte. Ich selbst neige mich der ersterwähnten Ansicht zu. Freilich hat man es mit keiner richtigen Synklinale in genetischer Beziehung zu thun. Der Golf von Sûez ist keine regelmäÙige Einfaltung nach unten, sondern eine Furche, die weniger infolge seitlichen Drucks als infolge vertikalen Einsinkens eines sonst ziemlich flach bleibenden Streifens der Erdrinde zwischen zwei steilen Flexuren hervorgerufen wurde. Die gröÙte Spannung war nicht in der Mitte wie bei einer Synklinale, sondern an den Rändern vorhanden, wo demgemäÙ Zerreißungen vorherrschen. Ein Stück dieser Grabensohle ist uns nun in dem Araba-Gebirge erhalten, dessen Schichten flach nach NO einfallen. Walther faÙte es als eigentlichen Gegenflügel des westlichen Sinaiabfalles auf. Ich habe schon

1) Memoir on the Geology a. Geography of Arabia Petraea a. Western Palestine, S. 108.

2) Palaeontographica, XXX.

auf das unsymmetrische Verhalten dieser beiden Flügel aufmerksam gemacht und halte, wie gesagt, das Araba-Gebirge nur für eine Scholle der hier aufgebrochenen großen Synklinale, die im W an einem Bruch abgeschnitten und hier durch seitlichen Druck oder Stauung emporgehalten wurde, während sie im O sich gegen den Grabenrand einsenken konnte.

## B. Entstehung des Roten Meeres.

Die vermutete erste, ursprüngliche Anlage des Sûezgolfes in der Miocänperiode braucht nicht von gleichzeitigen Bewegungen in der Gegend des eigentlichen Roten Meeres begleitet gewesen zu sein. Die drei SO—NW-Spalten, deren Existenz, wie wir sahen, den Sûezgolf bedingte, endigen im Süden mit demselben oder sind wenigstens im Roten Meer nicht weiter verfolgbare. Das Rote Meer ist im O und W von anderen Parallelspalten umrandet, im N aber scheidet es sich deutlich sowohl gegen den Golf von Sûez als gegen den von Akaba ab, und zwar nicht nur durch die merkliche Einengung der Verbindungsstellen mit beiden Golfen, sondern vor allem durch die fast plötzliche Tiefenabnahme an dieser Nordgrenze. Walther hat diese Erscheinung wie die sonstigen Gegensätze zwischen den drei Meeresteilen in seiner topographischen Einleitung gebührend hervorgehoben. «Die größte Tiefe des Meerbusens von Sûez beträgt nicht mehr als 46 Faden; 35 Faden kann als Durchschnittstiefe betrachtet werden. An seinem südlichen Ausgang, der Straße von Djubal, werden 25 Faden und 200—460 Faden nebeneinander gelotet, es erfolgt also der Übergang in die tiefe centrale Rinne des Roten Meeres in unvermittelter Weise.» Nach seiner geologischen Karte, auf welcher die Linien gleicher Tiefe und Lotungszahlen aufgetragen sind, vollzieht sich der Abbruch des Roten Meeres gegen den Sûezgolf an einer von NO gegen SW laufenden Querlinie im W des 34° ö. Gr., derjenige im N gegen den Akaba-Golf ungefähr in einer OW-Linie in der Breite von 27° 50' n. Br. So erscheint das Rote Meer im engeren Sinne als eine «topographische Individualität», als selbständiges Becken.

Wann ist nun dessen Einbruch vor sich gegangen? Wann tritt uns zum ersten Mal die Tatsache einer Existenz des Roten Meeres entgegen? Die Antwort dürfte wohl lauten: In der mittleren Pliocänzeit (im Sinne Neumayr's), d. h. während der dritten Mediterranstufe (im Sinne von Suess).

Nach der ruhigen Festlandsperiode zur Zeit der Ablagerung der Kongerionsschichten, der sogenannten Pontischen oder Pannonischen Stufe, welche Neumayr unter Ausschluss aller bis jetzt bekannten Marinbildungen im Mittelmeergebiet allein als Unterpliocän begreift, bemächtigte sich mit Beginn des «Mittelplocäns» das dritte Mediterranmeer, wie auch zugleich der Indische Ocean neuer Gebiete. Aus dieser Zeit rühren nach Neumayr die sandigen Ablagerungen mit *Clypeaster aegyptiacus* an den Pyramiden von Gizah, am Fufse des Mokattam bei Cairo, bei Ssedment am Eingang zum Fajûm-Becken und an verschiedenen anderen Punkten

des Nilthals und Nildeltas her, deren Fauna sich durch eine eigentümliche Vermischung von Typen des jetzigen Roten Meeres und des Mittelmeeres auszeichnet.

Sieht man von einer einzigen unbedeutenden Ausnahme, dem Auftreten der für das indisch-pazifische Faunengebiet charakteristischen Gattung *Placuna* im marinen Miocän der Oase Siuah ab, so kommen in Ägypten Vertreter der Fauna des Roten Meeres und Indischen Oceans, namentlich *Pecten erythraeensis*, in größerer Menge zum ersten Mal in genannten Sanden vor. «Diese Clypeaster-schichten wurden bekanntlich früher für miocän gehalten, bis Beyrich auf deren Verschiedenheit von den echt miocänen Vorkommnissen des Gebel Genefe, der Ammonoase und anderer Punkte der ägyptisch-libyschen Region hinwies und sie als wahrscheinlich dem Pliocän angehörig bezeichnete.» Neumayr untersuchte die Fauna der damit in Beziehung stehenden Sande vom Wâdi el-Mellaha genauer und bestimmte ihr Alter als mittelpliocän, d. h. als zur Stufe von Asti oder der Subapennin-Formation gehörig.<sup>1)</sup> Der größte Teil der gefundenen Fossilien hat allerdings mediterranen Charakter, aber doch «ist es wahrscheinlich, daß in jener Zeit vorübergehend eine Verbindung mit dem Roten Meer vorhanden war, welcher auch das gemeinsame Vorkommen einiger weniger Arten in beiden Oceans heutigen Tages zuzuschreiben sein dürfte». Diese Ablagerungen des ägyptischen Pliocäns reichen daselbst bis zu Höhen von 70—80 m empor.

Mit dieser letzten Transgression des Meeres in Unterägypten fällt eine solche in vielen Teilen Syriens zeitlich zusammen, wo ähnliche Sedimente von mediterranem Charakter bis zu bedeutenden Höhen (200—260 m nach meinen Beobachtungen in Nordsyrien, 650 m nach Diener in der palmyrenischen Wüste) emporgestiegen bzw. nachträglich gehoben sind. Am Golf von Sûez und am Roten Meer gehören hierher die älteren fossilen Korallenriffe, deren Fauna kaum von der des heutigen Roten Meeres abweicht. Solche wurden von Walther als mantelförmige Hauben auf älteren Felsen beobachtet am Djebel Hammâm Mûsa bei Tôr bis zu einer Höhe von 230 m, am Râs Muhammed in Höhen von 60—90 m und von Fraas auf der afrikanischen Seite hinter Kosseir. Diese Korallenriffe sind die ältesten, in Gewässern des Indischen Oceans in der unmittelbaren Umgebung des Roten Meeres entstandenen Gebilde. Zur Zeit ihres Absatzes im Pliocän hatte das Rote Meer samt dem Sûezbusen der Hauptsache nach seine heutige Gestalt. Nur sein nördlicher Ausläufer, der Golf von Akaba und seine Fortsetzung, das Wâdi 'Araba und Jordanthal, bestanden vielleicht noch immer nicht.

### C. Der Einbruch des nordägäischen Meeres.

Es taucht nun die Frage auf: Hat das bisher betrachtete, Kontinente scheidende, SO—NW Spaltensystem des Roten Meeres und Sûezgolfs mit dem

<sup>1)</sup> Neumayr: Pliocäne Meereskonchylien aus Ägypten. Verh. d. k. geol. Reichsanst. Wien. 1887, S. 350.



als Kontinentbrücke stehengebliebenen Isthmus von Sûez sein definitives Ende erreicht? Verlängert man die Linie der Westküste des Roten Meeres und Sûezgolfs gegen NO über das vorliegende Flachland hinaus und über den östlichen Teil des Mittelmeeres, so fällt sie nach dem Eintritt ins ägäische Meer zwischen Karpathos und Rhodos zusammen mit einer äußerst wichtigen tektonischen Linie, deren Bedeutung und Verlauf (von NW gegen SO) Neumayr<sup>1)</sup> mit folgenden Worten hervorhob: «Es giebt kaum eine auffallendere Linie im ganzen Archipel als diejenige, welche die nordöstliche Begrenzung des ganzen thessalischen Küstengebirges und der Südhälfte von Euböa bildet und dann sich in derselben Weise an Andros und Tenos vorbeizieht; in ihrem weiteren Verlauf nach SO trifft sie die einzige gröfsere Lücke in der Kette der Cykladen, welche zwischen Mykonos, Naxos, Amorgos und Astipaläa einerseits, Samos, Leros, Patmos, Kalymnos und Kos anderseits verläuft. Diese Lücke entspricht gleichzeitig dem einzigen gröfseren unter 100 Faden sinkenden Kanal in dieser Inselreihe und wird als Grenze zwischen Europa und Asien angenommen.» Also auch hier eine Trennung zweier Kontinente, wie am Roten Meer zwischen Afrika und Asien!

«Es kann,» fährt Neumayr fort, «keinem Zweifel unterworfen sein, dafs all' diese Erscheinungen» (im ägäischen Meer) «ein und demselben grofsen Bruch zugeschrieben werden müssen, der vom Golf von Salonik bis in die Nähe der kleinasiatischen Küste den ganzen Archipel schräg durchsetzt.» An demselben ist der Untergrund des jetzigen nordägäischen Meeres ohne Rücksicht d. h. quer auf das vorherrschende WSW — NNO - Streichen der im SW erhalten gebliebenen gefalteten Gebirgsmassen in die Tiefe gesunken. Diese «grofse Diagonalspalte des Archipels» ist übrigens nicht die einzige von derselben Richtung innerhalb der ägäischen Küstenländer. Wie die «Tektonische Übersichtskarte» dieses Gebiets «zusammengestellt nach den Untersuchungen von Bittner, Burgerstein, Neumayr und Teller» lehrt, wären — ganz abgesehen von den SO—NW-Brüchen, welche die Athos-Halbinsel beiderseits begrenzen — die thessalischen Küstengebirge und die Insel Euböa auch im SW von parallelen Brüchen begleitet. Diese Spalten «nähern sich in ihrer Richtung derjenigen des Pindusgebirgszuges und der ätolischen Alpen», allgemein gesagt, der dinarischen Alpenkette, welche die Balkanhalbinsel als Achse von NNW nach SSO durchzieht, und Neumayr spricht die Ansicht aus, «dafs die Faltenbildung des Pindus und die Entstehung des grofsen Diagonalbruches, sowie der kleineren an diesen sich anschliessenden Verwerfungen zusammengehörige Erscheinungen darstellen und Resultate ein und desselben gebirgsbildenden Vorganges, ein und derselben ostwestlich wirkenden Kraft seien. Wir müssen demnach die Spalten, welche die alten Streichungsrichtungen der Schichten schneiden und die Richtung der Gebirgs-

---

<sup>1)</sup> Überblick üb. d. geol. Verh. eines Teiles der ägäisch. Küstenländer. Denkschr. der k. Ak. d. Wiss. Mathemat. Kl. Wien XL, 1880, S. 390.

kämme in Ostgriechenland bestimmen, noch zum tektonischen Gebiete des Alpensystems rechnen.» So weit Neumayr.

Lassen sich nun nicht auch Beziehungen herstellen zwischen jener ägäischen SO—NW-Spalte und dem Roten Meer? Dafs erstere ungefähr in der Verlängerung des Roten Meeres liegt, war Neumayr noch entgangen. Ob ihre Entstehung thatsächlich mit dem Bruchsystem des Roten Meeres in Zusammenhang steht, wird sich freilich schwer mit Sicherheit nachweisen lassen, am besten noch durch genaue Tiefenmessungen in der levantinischen Bucht des Mittelmeers. Die mir vorliegenden Tiefenkarten deuten zwischen Karpathos und der Nilmündung nur einen beträchtlichen Abfall von NO gegen SW längs einer NW—SO-Linie an. In dieser Richtung verläuft dort die 3000 m Grenze.

Gerade bei grofsen Bruchzonen, die auf weitere Strecken der Erdrinde verfolgt werden, wie die ostafrikanische, ist eine Veränderlichkeit in ihrem Verhalten keine Seltenheit. Ich halte es daher durchaus nicht für auffallend, wenn dieselbe noch im Roten Meer als typischer Graben zur Erscheinung kommend, auf dem Isthmus von Sûez und eine beliebige Strecke unter dem Meeresspiegel weiter sich förmlich auskeilend, gar nicht durch Schollendislokation sich bemerkbar macht, dann aber sich durch einseitigen Abbruch nach W (ähnlich wie früher im O von Abessinien nach O), zwischen den Cykladen und Sporaden mehr als Graben und von der Insel Mykonos durch einen einseitigen Abbruch nach O kennzeichnet. Ein solcher Wechsel in der Oberflächenerscheinung, mit schaukelnden Bewegungen an der Hauptspalte, lokaler Ablenkung der Richtung und mit Verzweigung der Spalten, scheint überhaupt für das grofse System der ostafrikanisch-syrischen Bruchzone charakteristisch, wie schon aus Suess' Beschreibung hervorgeht und wie ich des Weiteren noch ausführlicher an den Ghôr-Bekâ'a-Ghâbspalten zeigen werde.

Die Mannigfaltigkeit der hervorgebrachten Wirkungen innerhalb dieser ausgedehnten Bruchzone der Erde findet z. T. ihre Erklärung in der zeitlichen Ungleichheit des Eintritts der einzelnen Ereignisse, ohne dafs indes mit dieser Annahme auch der innere Zusammenhang der letzteren aufgehoben würde. Die vorliegenden Beobachtungen haben uns schon oben zu der hypothetischen Annahme geführt, dafs der Golf von Sûez früher angelegt sei, als das in seiner unmittelbaren südöstlichen Verlängerung liegende Rote Meer. Als dann letzteres einbrach, war die Gegend des heutigen ägäischen Meeres wahrscheinlich immer noch Festland und erfüllt von Süßwasserseen der levantinischen Stufe. Der eigentliche Einbruch des nordägäischen Meeres, um den es sich hier handelt, erfolgte nach Neumayr erst gegen Ende des Oberpliocäns oder mit Beginn des Diluviums.

#### D. Verhältnismäßig junges Alter des Jordanbruches im Vergleich zum Roten Meer.

In die gleiche Zeit ungefähr muß auch der Einbruch des Jordanthals und seiner südlichen und nördlichen Fortsetzung versetzt werden, was im Folgenden noch näher zu beweisen sein wird. An dieser Stelle sei nur auf den einen Punkt aufmerksam gemacht, daß jedenfalls die umgekehrte Hypothese, nach der die Jordan-senke älter wäre als das Rote Meer, schon aus dem Grunde unmöglich wird, weil das meridionale syrische Bruchsystem schräg auf das Rote Meer gerichtet ist und an demselben plötzlich sein Ende findet, indem es weiter südwestlich auf der ägyptischen Seite nicht mehr nachzuweisen ist. Vom Roten Meer hingegen scheint wenigstens der westliche Randbruch noch über die Scharungsstelle hinaus zu streichen und eine Zeit lang den Golf von Sûez zu begleiten. Nach den Regeln des Gebirgsbaus kann aber eine Spalte, die in spitzem Winkel mit einer anderen, längeren zusammentrifft, ohne sie zu durchsetzen, die mit anderen Worten sich mit jener schart, nur entweder gleichzeitig aufgerissen oder jüngerer Entstehung sein.

#### E. Vulkanische Erscheinungen am Roten Meer, in Arabien und der syrischen Wüste.

Bevor ich zu der Schilderung der syrischen Spalten übergehe, muß ich hier noch einige Erscheinungen in der asiatischen Umgebung des Roten Meeres berühren, die auf einen näheren Zusammenhang mit der Entstehung des letzteren hinweisen.

Das Rote Meer ist an seinen Rändern vielfach von vulkanischen Gebilden mannigfacher Art umgeben, die offenbar an den Randspalten emporgedrungen sind. Aber auch mitten im Meer selbst, besonders in den südlichen Teilen, trifft man unzählige Inseln vulkanischer Natur mit jetzt noch feuerspeienden Bergen.

Dazu kommen noch im Innern des arabischen Festlandes die große Zahl der sogenannten Harra's, d. h. heiße, verbrannte, mit schwarzen Lavasteinen bedeckte Landstriche. Diese oft meilenweit ausgedehnten vulkanischen Gebiete ziehen sich von Medina bis zum Wâdi el-'Araba. Über einer Unterlage von Granit oder nubischem Sandstein türmen sich Lavamassen von meist elliptischem Umriss auf, die fast ausnahmslos in der Richtung parallel zum Roten Meer gestreckt erscheinen. Dieser Umstand spricht dafür, daß die Laven aus SSO—NNW-Spalten hervorströmten. Die Eruptionen dürften sich auf die Periode seit der Entstehung des erythräischen Grabens und mit ihm der übrigen SSO—NNW-Spalten bis auf die Jetztzeit ausdehnen. Von der Harrat en-Nâr (-Feuer) bei Cheibar sagt man, daß sie zweimal in historischer Zeit thätig gewesen sei, zuletzt zur Zeit des Chalifen Omar. Im Ganzen hat man in Arabien mehr als 25 getrennte vulkanische Gebiete festgestellt, bekannt unter dem Namen Harra. Die westlichste dieser Harra's ist noch im S des beigefügten Kärtchens eingezeichnet.

300 km nordöstlich davon, im Innern der Wüste, zieht sich von der Oase el-Djôf ein Thal, Wâdi Sirhân, fast 400 km in ziemlich gerader Richtung nach NO. Im SO scheint es nach Angabe der Reisenden vor einem vulkanischen Plateau, also einer Harra zu endigen. Schon Suess<sup>1)</sup> bemerkt: «Einige Angaben lassen die Vermutung zu, daß das große Wâdi Sirhân und insbesondere sein südlicher Teil, das Djôf, eine Grabenversenkung sei; Blunt hat bereits diese Gegend mit dem Todten Meer verglichen».

Im NW schließt sich am 32.<sup>0</sup> n. Br. an den Beginn des genannten Wâdi eine weit ausgedehnte Vulkanregion, die, wie ihr Hauptforscher Wetzstein<sup>2)</sup> sich ausdrückt, «schwerlich an Intensität von einer ähnlichen Formation auf der Erde übertroffen werden dürfte». Der bekannteste Teil ist das wilde Hochgebirge Haurân, das Gebirge von Basan des alten Testaments, in dem sich ein Eruptionspunkt mit wohl erhaltenem Krater neben den anderen reiht, und zwar vorwiegend in einer Linie von S nach N zwischen den Breitengraden 32<sup>0</sup> und 33<sup>0</sup> 10'. Die nördlichen Teile der großen Vulkanregion charakterisieren große Lavaplateaus, im W die Ledja, im O die Dîret et-Tullûl und das Safâ, deren erstgenanntes einem gewaltigen Lavaerguß am Nordende des Haurân seinen Ursprung verdankt, während die anderen in ihrem Mittelpunkt selbst eine oder mehrere Gruppen feuer-speiender Berge haben. «Der ganze südöstliche Teil, welcher den Namen Harra führt, ist mit losen vulkanischen Steinen dicht bedeckt, zwischen denen sich einzelne Eruptionskegel erheben».

Alle Anzeichen sprechen dafür, daß die Ausbrüche in diesen Vulkanregionen sehr jungen Datums sind und zwar der Hauptsache nach noch jünger als das Ereignis des Einbruchs des erythräischen Grabens, und weiterhin läßt die Anordnung der Vulkane im Haurân wie in der Safâ auf Eruptivspalten schließen, die in SN-Richtung verlaufen, parallel der Jordansenke, also vorwiegend dem syrischen Bruchsystem angehören. Die auffallend erhöhte Intensität der unterirdischen Bewegungen gerade an dieser Stelle der Erdoberfläche würde sich nun am einfachsten durch die Annahme einer Kreuzung der beiden verschieden-altigen Spaltensysteme erklären. Sollte sich, wie das untere Thal des Wâdi Sirhân, auch das seines nördlichen Quellflusses als durch eine SO—NW-Spalte bedingt erweisen, so würde gerade am südlichen Eckpfeiler der eigentlichen Haurânkette eine derartige Kreuzungsstelle zu suchen sein.

Westlich vom Haurân gelangt man in den ebenfalls vulkanischen Djôlân, woselbst die eine Wasserscheide (zwischen Wâdi er-Rukkâd und Jordan) bildende Haupterhebungslinie, gekrönt von zahlreichen wohl erhaltenen Kratern, sich im südlichen Teil südnördlich, im nördlichen nach NNW hinzieht. Ob auch hier, besonders in der nördlichen Hälfte neben den maßgebenden SN-Spalten solche des

1) Antlitz der Erde, I, S. 483. *m.*

2) Reise in die beiden Trachot~~en~~ und um das Haurân-Gebirge. Zeitschr. d. Gesch. f. Erdk. Berlin, 1859, S. 113.



erythräischen Systems irgend welche Rolle spielen, ob die Sirhânspalte noch einmal aufkommt, um erst am Maar Birket er-râm bei Bânîâs an der Grenze zwischen Süd- und Mittelsyrien im Angesicht des Hermon zu enden oder nicht: das wird vielleicht durch die geologische Aufnahme des Djôlangebiets seitens Nötling aufgeklärt werden.

Auch im nördlichen Syrien stoßen wir noch in der Wüstenregion im Innern mehrfach auf ausgedehnte Basaltterritorien, bei deren Entstehung SO—NW-Spalten in Frage kommen könnten. Da ist zunächst die Basaltdecke des später in lauter Tafelberge aufgelösten Djebel el-A'la bei Slemîje. Aber diese Eruption scheint in Anbetracht der vorgerückten Erosion und Denudation dieses Gebirges sehr alt zu sein, eine der ältesten Basalteruptionen in Nordsyrien. In der nord-westlichen Verlängerung dieses Übergufstafellandes soll sich, abgesehen von dem vereinzelt Kegel Zein el-Abedîn bei Hamâ, eine Basaltmasse auf dem noch wenig bekannten Hochplateau zwischen Kal 'at el-Mdik und el-Bâra befinden. Ein weiteres Basaltterritorium von ebenfalls anscheinend elliptischer oder eiförmiger Ausdehnung, dessen Hauptstreckungsachse nach den dürftigen mir vorliegenden Notizen von SO nach NW gerichtet scheint, findet sich nach Dr. Moritz im O von Ma 'arret en-No'man. Tiefer im Innern der nördlichen Wüste erhebt sich im SO von Aleppo der aus Dolerit aufgebaute Rücken des Djebel el-Hass und östlich davon der Djebel Schbêd oder Zebed in der Richtung SO—NW.

So scheint im östlichen Syrien, in der eigentlichen Wüstenregion vom Golf von Akaba über das Wâdi Sirhân bis zum Euphrat bei Thapsakus mehr die ältere arabische Bruchrichtung maßgebend zu sein, in deren Bereich das syrische System in der Regel nicht mehr hinausschreitet. Wo aber die Verhältnisse die Annahme eines Zusammentreffens der beiden Bruchsysteme nahe legen, da zeigt sich ungewöhnlich erhöhte vulkanische Tätigkeit.

## II. Das syrische Spaltensystem.

Das syrische Spaltensystem bietet in seiner Komplizirtheit eine Fülle der schwierigsten Probleme. Der syrische Graben, mit dem wir uns hier hauptsächlich beschäftigen wollen, zeigt in seinem langgestreckten Verlauf einen bedeutenden Wechsel sowohl in seiner Richtung als in dem Alter und der Lagerung der ihn begleitenden Schichten, so daß eine allgemeine Deutung oder die Übertragung einer auf gewisse Teile wohl zutreffenden Bezeichnung auf die ganze Erstreckung ausgeschlossen erscheint. Die Frage muß zuerst von Fall zu Fall untersucht werden, erst dann werden sich allgemeinere Bemerkungen über das Ganze anknüpfen lassen.

## A. Südsyrien.

## 1. Der Golf von Akaba.

Im äußersten Süden müssen wir uns hauptsächlich auf Hulls neue Untersuchungen stützen, da er allein eine Anzahl Brüche genau nachgewiesen und kartographisch festgelegt hat.

Im Golf von Akaba wird ebenso, wie im Roten Meer, kein Unterschied in der Zusammensetzung der beiden Ufer, die aus alten krystallinischen Felsarten, Gneifs, Glimmerschiefer, rotem Granit und Porphyr mit Diorit- und Porphyritgängen bestehen, bemerkbar. Hier muß in der That ein typischer Graben vorhanden sein, d. h. es muß ein Einsturz eines Streifens der Erdrinde an zwei parallelen Sprüngen zwischen zwei stehengebliebenen Horsten stattgefunden haben, oder man muß zu der ungeheuerlichen Annahme seine Zuflucht nehmen, daß der breite Golf einfach einen einzigen weiten Aufriss der Erdrinde, eine klaffende Wunde darstellt, indem die beiden heutigen Uferseiten ursprünglich zusammengehört hätten und den Wänden des gewaltigen Risses entsprächen.

Gegen das Nordende des Golfs am Südrande von Hull's «Map of the Wady el Arabah» treten auf dem westlichen Ufer allmählich über dem alten Gebirge Kreidesedimente, sogenannter nubischer Sandstein, auf und zwar unmittelbar am Meer, um freilich nach kurzer Zeit an einer von SSW nach NNO streichenden Verwerfung wieder durch Porphyr ersetzt zu werden. Diese Verwerfung<sup>1)</sup> fällt, wenn man sie südlich sich fortgesetzt denkt,<sup>2)</sup> mit dem Westufer des Akaba-Golfs zusammen, kann aber trotzdem nicht recht als westliche Grabenspalte des Golfs gedacht werden; denn an ihr sind die Schichten nicht im O, sondern grade im W relativ gesunken, ebenso wie das beinahe bei allen von Hull auf seiner Karte festgelegten Verwerfungen der Fall ist. Eine westliche Grabenspalte, welche zusammen mit der östlichen, von Hull hervorgehobenen Hauptspalte *a* unserer Profile I—IV, hier wenigstens erst die Grabensenke bedingt, wäre also noch am östlichen Fusse der Porphyrhügel zu ergänzen (vergl. Spalte *b* des Profils I). Andernfalls bliebe es unverständlich, warum der Porphyr nicht auch an Stelle des Golfs bis zum rechten Ufer sich fortsetzt, sondern in so auffallend gerader Linie plötzlich abbricht.

Hull's Auffassung der geognostischen Beschaffenheit dieser N-Ecke des Golfs, auf die sich auch seine «Section N 5: From Turf er-Rukm in the Tih to the Mountains of Edom by Akabah», von dem unser Profil I eine ungefähre Kopie ist, bezieht, ist in mehrfacher Hinsicht lehrreich. Zur Erleichterung des Verständnisses der schwierigen Verhältnisse habe ich nach Hull's Karte 4 Profile

1) Spalte *c* in unseren beigelegten Profilen I—III.

2) Nach Hull's „Map of the Wady el Arabah“, nicht nach seinem „Outline geological Map of Lower Egypt, Arabia Petraea and Palestine“, wo die Verwerfung ungenau mit mehr nördlichem Streichen eingetragen ist.

(I—IV)<sup>1)</sup> zu konstruieren versucht, Querschnitte durch die Depression, wie sie von S nach N aufeinander folgen. Der erste schneidet noch den Golf.

Biegt man sich westlich der Porphyrrhügel, so fallen im W der Spalte *c* die Kreideschichten nach OSO hinab, so daß man beim Aufstieg aus jüngeren Kalken in die älteren Sandsteine gelangt. Eine Strecke weiter westlich am Turfer-Rukm fallen die Schichten wieder deutlich nach W. Das Plateau et-Tih bildet hier also zweifelsohne einen Sattel.

## 2. Das Wâdi el-'Araba.

Noch deutlicher wird der westliche Sattel etwas mehr im N in Querprofil II durch das Südende des Wâdi el-'Araba, wo auch die alten Porphyre auf der Sattelhöhe im Djebel Humra unter 29° 38' n. Br. oberflächlich zum Vorschein kommen. In diesem Querschnitt II sind aus der einen Porphyrscholle zwei, durch einen Sprung *d*, der den Randspalten *b* und *c* parallel streicht, getrennte Schollen geworden. Auf der westlichen von beiden liegen noch Kreidesedimente auf. Spalte *c* wie *d* finden dann auf einmal ihr nördliches Ende an einer gegen das Wâdi-el-'Araba auslaufenden Querspalte.<sup>2)</sup> Von Interesse ist nun besonders Spalte *c*. An ihr hat sich hier bis zu jener Querspalte der Hauptabrutsch der Kreideschichten vollzogen, der später im ganzen übrigen Wâdi el-'Araba (vergl. Profil III—IV) und im Jordantal längs der Hauptkluft I auf der Ostseite des Thals geschah. Wie ist nun diese Spalte *c* entstanden? Legt man direkt nördlich von der erwähnten Querspalte ein Querprofil (III) von W nach O zum Sumpf «el-Deffiyeh», so findet man hier noch auf der westlichen Thalseite im Anschluß an den Sattel des Djebel Humra eine Mulde, in der jüngerer Kreidekalk im O und W von älterem Sandstein umgeben ist. Die Muldenlinie, gegen welche die Schichten von allen Seiten einfallen, liegt ganz genau in der Verlängerung der Dislokation *c* über die Querverwerfung hinaus. Dieser Umstand dürfte auf die Entstehung der Spalte *c* einiges Licht werfen.

Bekanntlich entstehen bei Biegungen der Schichten da am ersten Zerreißen, wo die Spannung am stärksten ist. Das ist, wie dies besonders v. Könen<sup>3)</sup> hervorgehoben hat, vornehmlich in den Mulden- und Sattellinien der Fall. Spalte *c* ist eine sogenannte Muldenspalte. Ursprünglich befand sich in Profil II, da, wo jetzt die Schollen zwischen *b* und *c* liegen, ein Teil des östlichen Muldenflügels als Verlängerung desjenigen im Profil III (vergleiche die punktierte Ideallinie über Profil II). Dieser Muldenflügel mochte sich bis zur Hauptspalte *a* erstrecken, östlich welcher die Schichten auf der östlichen 'Araba-Seite deutlich nach O geneigt sind, so, wie das vielleicht schon vor dem Einsturz der Fall war. Spalte *a* könnte dann wieder als Sattelspalte aufgefaßt werden. Spalte *b* und *d*

<sup>1)</sup> Auf der beifolgenden Tafel.

<sup>2)</sup> Vergl. die Karte.

<sup>3)</sup> Über das Verhalten der Dislokationen im nordwestlichen Deutschland, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. Berlin 1885, S. 53.

wären hier nur «Nebenspalten» im Sinne von v. Könen<sup>1)</sup>. Zwischen der Hauptmuldenspalte *c* und der Hauptsattelspalte *a* sank der ganze östliche Muldenflügel, beziehungsweise der westliche Flügel des Ostsattels, in die Tiefe, aber nicht gleichmäÙig, sondern er zerrisÙ durch AufreiÙen der Nebenspalten *b* und *d* in drei Schollen, von denen die östlichste am tiefsten einsank und so hier allein den Graben bildete. Die mittlere, die sich vielleicht bei Konvergenz der begrenzenden Klüfte nach unten keilförmig verengte, sank am wenigsten, die westliche erhielt bei ihrem Einsturz, etwa infolge gröÙerer Reibung an Kluft *c* als an *d*, eine Neigung gegen *d*. Die Nebenspalte *d*, welche gegen N an Sprunghöhe zunimmt, keilt sich südlich vom Querschnitt II aus, und so haben wir im Profil I zwischen *b* und *c* nur noch eine einzige zusammenhängende Scholle von Porphyr, über dem die ursprünglichen Kreideschichten durch Denudation leichter entfernt wurden, als in II, wo sie an Spalte *d* zwischen dem Porphyr der östlichen und westlichen Teilscholle eingeklemmt waren.

Im Profil III ist also ein westlicher Teil des östlichen Muldenflügels stehen geblieben; nur das gröÙere östliche Stück ist zwischen der Nebenspalte *b* und der folgenden Hauptsattelspalte *a* eingesunken. Verlängern wir die Muldenlinie nach N über Profil III hinaus, so trifft sie auf die westliche Grabenspalte *b*, welche nun den Charakter einer Muldenlinie annimmt (in Profil IV). DaÙ die südliche Fortsetzung der Muldenlinie, die Spalte *c*, im Süden das Westufer des Golfs von Akaba erreicht und ihre Verlängerung hier genau eine Tangente an letzteres bildet, wurde schon oben erwähnt. Also auch im S verschmilzt die Muldenlinie genau mit der westlichen Grabenspalte des Golfs. Ein Blick auf die Karte Hull's zeigt sofort, daÙ am südlichen Ausgang des Wâdi el-'Araba und am Nordende des Golfs eine thatsächliche Verengung derselben stattfindet. Hier ist im Gegensatz zum Golf und dem übrigen Teil des Wâdi ein Stück des Grabens beim Einsturz durch Klemmung in gewisser Höhe erhalten geblieben: die in sich wieder zerrissene Porphyrscholle zwischen der Muldenspalte *c* und der Nebenspalte *b* und im N noch ein Teil des östlichen Muldenflügels; und dieses erhaltene Stück liefert uns den Schlüssel zur Erklärung des Ursprungs des Grabens. Im S wie im N vollzog sich der Haupteinbruch des Grabenstreifens im W an den Verlängerungen einer Muldenlinie.

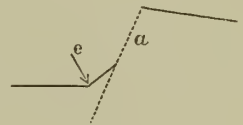
Im Gegensatz zum einfachen Graben des Golfs von Akaba wird im W des Wâdi el-'Araba die Schwierigkeit der Lagerungsverhältnisse dadurch erhöht, daÙ hier der ganze westlich vom Graben (?) gelegene Teil ebenfalls eingesunken ist im Verhältnis zu dem allein stehengebliebenen Horst des Plateaus von Edom. Ja im S des Wâdi el-'Araba ist das ganze Plateau et-Tih noch relativ tiefer gesunken, als die im Graben erhalten gebliebene Porphyrscholle (vergl. Profile I, II).

<sup>1)</sup> a. a. O., S. 56.



Hier im S erscheint dieser eingesunkene Westteil im Djebel Humra deutlich als Sattel.

Etwas weiter nördlich, nachdem die besprochene Muldenlinie den westlichen Thalrand erreicht hat (unter  $29^{\circ} 45'$ ), ist das aber nach Hull nicht mehr der Fall. Hier (im Profil IV) liegen die Schichten des Plateaus et-Tih horizontal, während das östliche Plateau von Edom noch wie im S die Neigung der Schichten nach O beibehält. Dafs aber nicht nur im O, sondern auch im W des Grabens eine Spalte vorhanden ist, wird durch den Steilabfall des Plateaus et-Tih gegen die Thalebene und den Gegensatz zwischen dem horizontal geschichteten nubischen Sandstein am Fufse des Westabfalls und den im Thale längs des Hauptbruches erscheinenden Schollen von jüngerem Kalkstein wahrscheinlich gemacht. Bei  $29^{\circ} 51'$  n. Br. springt die Spalte plötzlich um ein kurzes Stück an einer Art Querspalte nach O vor. Mit  $30^{\circ}$  n. Br. verschwindet auch der letzterwähnte Altersunterschied der Schichten, wodurch die Annahme einer Verwerfung im W (Linie *e* der Karte) nicht mehr unbedingt nötig wird. Aber der in der Thalsenke gerade an der Wasserscheide zwischen Golf von Akaba und Totem Meer erscheinende langgestreckte Streifen von Bakuliten führenden Senonschichten zeigt, wie die Pfeile auf Hull's Karte unter  $30^{\circ} 7'$  und  $30^{\circ} 12'$  n. Br. und sein Profil Sektion 4 beweisen, Einfallen nach WNW, während im W davon immer noch horizontale Lagerung herrscht. Eine Aufbiegung der Schichten im O ist also auch hier vorhanden (an der punktierten Linie *e* unserer Karte). Aus der bald gebrochenen, bald ungebrochenen Mulde ist die konkave Seite einer Flexur geworden. Nur an der östlich gelegenen konvexen Schichtenbeugung dieser Flexur, an der Stelle des östlichen Thalrandes, erfolgte noch Bruch (Spalte *a*) und Einsenkung der ganzen westlicher gelegenen Partie, auch des Mittelschenkels, der den Thalgrund einnimmt. Durch Schleppung an der Spalte mochte auch nach deren Aufreißen das westliche Einfallen der Schichten im Mittelschenkel noch verstärkt werden.



Nördlich von  $30^{\circ} 10'$  n. Br. erweitert sich die Thalfäche bedeutend. Das Gebirge im W tritt unregelmäßig zurück, wird niedrig und fällt sanft gegen die Niederung ab. Kreidekalke treten auch mitten in der Thalebene unter dem Diluvium hervor. Irgend eine tektonische Linie ist hier im W nicht mehr erkennbar. Hull läßt in seinem Profil Sektion 3<sup>1)</sup> die Schichten des «*Cretacco-Nummulitic Limestone*» des westlichen Tafellands ungestört und ununterbrochen unter den Süßwassermergeln des Wâdi el-'Araba fortsetzen bis an den «*Main Fault*» im O. Eine konkave Einknickung giebt es hier nicht mehr. Der Mittelschenkel der Flexur ist verschwunden. Die denselben im W begleitende Linie der Schichtenbeugung (*e* der Karte) hat sich in der Richtung nach NNO, der Westseite der

<sup>1)</sup> „From the Tih to the Table Land of Edom by Samrat el Fedan.“

erwähnten Scnonscholle (auf der Wasserscheide zwischen Totem und Rotem Meer) folgend, der östlichen Spalte genähert und mit ihr etwa unter  $30^{\circ} 20'$  vereinigt.

Von diesem Punkte an komplizieren sich die Verhältnisse auf der Ostseite, wie früher auf der Westseite des Thals. Der Hauptabbruch hält sich von nun an eine Zeit lang nicht an die Verlängerung der bisherigen, NNO zu N streichenden Hauptspalte ( $a$ ), sondern vollzieht sich östlicher, an der mehr nach NO verlaufenden scheinbaren Fortsetzung der vorher westlichen Grabenspalte beziehungsweise Linie größter Schichtenbeugung auf der bruchfreien Flexurseite ( $e$ ). Zwei Querverwerfungen, an denen jedesmal die Schichten staffelförmig im WSW abgesunken sind, laufen auf diesen Hauptbruch ( $e$ ) zu und endigen an ihm. Erst einer dritten Querverwerfung  $f$ , die genau von SO kommt, gelingt es, die Oberhand zu gewinnen und quer über die Hauptbruchsrichtung ihren Weg zu verfolgen. Sie bezeichnet jetzt auf eine kurze Strecke die Grenze des östlichen Gebirges gegen die Thalebene, ähnlich wie wir schon einmal im W des Wâdi el-'Araba unter  $29^{\circ} 51'$  n. Br. den westlichen Abbruch einer westöstlichen Querverwerfung folgen sahen. Bald trifft die Querspalte  $f$  auf die verlassene Richtung der alten Hauptspalte  $a$ , welche nun nördlich von der Kreuzung ihrer idealen Verlängerung mit der Querspalte von neuem auflebt zwischen einer Porphyrscholle im O und abgestürzten Kreidekalken am Westrand der Ebene.

Doch wir kehren noch einmal zu der nordöstlich streichenden Störungsline  $e$  zurück. Was ist aus ihr geworden? Als Verwerfung hat sie mit dem Quersprung  $f$  zu existiren aufgehört. Aber doch ist jenseits des letzteren ihre Richtung noch erkennbar in der konvexen Knickung einer großartigen Flexur, indem die Kreideschichten auf der einen Seite ganz flach nach OSO sich neigen, so wie es auf dem ganzen Plateau von Edom bisher der Fall war, auf der anderen Seite unter  $45^{\circ}$  zum Wâdi el-'Araba abstürzen. Hull hat diese Flexur in seiner Sektion 3<sup>1)</sup> vortrefflich veranschaulicht. Wir sahen schon oben eine Verwerfung ( $c$ ) an einer durchsetzenden Querspalte in eine Muldenlinie und diese dann in die Linie der Schichtenbeugung an einer konkaven Flexurseite sich umsetzen. Hier wird aus der verlängerten Hauptabbruchslinie eine regelrechte Flexur, die schließlich wieder an einer folgenden Querverwerfung ( $g$ ) ihr endgültiges Ende erreicht. Zum zweiten Mal begegnet uns also hier in derselben Richtung kurz nacheinander eine Flexur als Austrag der Gebirgsbewegungen.

Der Steilabfall auf der Ostseite des Wâdi el-'Araba knüpft sich hier, wie Hull's Profil zeigt, vornehmlich an diese der Flexur unterliegenden Kreideschichten. Aber zwischen ihnen und den Alluvionen der Thalebene findet sich noch eine rings isolirte, langgestreckte, niedrige Scholle von Porphyr, die im O und W von Längsverwerfungen begrenzt ist. Diese Scholle ist hier ähnlich unregelmäßig der Ostseite des Thals vorgelegt, wie am Südende des Wâdi die Porphyrscholle

1) „From the Tih to the Table Land of Edom by Samrat el Fedan.“

der Westseite. Die wichtigere tektonische Linie liegt auch hier hinter derselben, wenn es auch nur eine ungebrochene Flexur (*e*) ist. Hull hat die Verwerfung im W der Porphyrscholle als Hauptspalte bezeichnet, wohl da sie in der Richtung der letzteren, wie wir sie (als *a*) bis zu 30° 20' n. Br. vorfanden, liegt.

Vermutlich setzt sie auch nördlich der Porphyrscholle, den Ostrand des Thales begleitend, fort. Da hier Kreidekalke anstehen, ebenso wie am westlichen Gebirge, so hat Hull vorsichtigerweise keine Störungslinie verzeichnet. Mit ihr scharft sich nun die schief gegen das Thal auslaufende große Querverwerfung *g*, welche die Flexur abschloß und an der von neuem sehr alte Schichten, wie porphyrisches Agglomerat und Karbonsandstein zu Tage treten. Diese Schichten, beziehungsweise der ihnen folgende nubische Sandstein, bilden nun längs des großen Hauptbruchs *a*, der erst jetzt wieder die erste Rolle übernimmt, den Westfuß des Plateaus im O des Toten Meeres. Das Vorhandensein einer unterirdischen Spalte im O des Toten Meeres und des ganzen Jordanthales wird auch durch die zahlreichen hier vorkommenden Thermalquellen außer Zweifel gestellt.

Weniger sicher ist die Spalte im W. Dort setzt Kreidekalk mit plötzlichem Abfall im O das Plateau von Judäa zusammen. Daß dieser Steilabfall durch eine Verwerfung bedingt ist, daß also hier wieder eine doppelseitige Grabeneinsenkung zwischen zwei Schollen mit horizontaler Schichtenlagerung stattgefunden hat, ist wenigstens wahrscheinlich. Wo aber beginnt die westliche Spalte im Süden? Im SW des Toten Meeres bezeichnet Hull auf seinen beiden geologischen Karten die Schichten des Kalksteins als *disturbed* und *highly inclined* und deutet durch Pfeile und andere Zeichen an, daß dieselben vom Plateau steil nach SO gegen das Wâdi el-Fikre einfallen, jenseits desselben aber wieder horizontal lagern. Hier ist demnach eine Flexur (*h* der Karte). Der südöstliche Steilabhang des Plateaus von Südjudäa (Idumäa) macht aber einen Bogen gerade gegen die SW-Ecke des Toten Meeres, er nimmt allmählich nördliche Richtung an, um so in den Ostabfall des Plateaus überzugehen. Beim Eintritt des Wâdi el-Fikre in das Thaldiluvium, wo die Kreideschichten unter den Terrassen des Toten Meeres verschwinden, könnte die Flexur *h* leicht zu einer Spalte, der westlichen Grabenspalte, werden, wie wir oben den umgekehrten Fall beobachteten. Da die Diluvial- und Alluvialdecke und weiterhin die Gewässer des Toten Meeres alle älteren von der Störung noch betroffenen Ablagerungen im Thale dem Blicke entziehen, so läßt sich allerdings der Bruch nicht mehr nachweisen.

### 3. Das Ghôr oder Jordantal.

Über die Geschichte des Toten Meeres oder Jordanbinnensees in der Diluvialzeit mit seinen verschiedenen Phasen und Ablagerungen werde ich demnächst an anderer Stelle<sup>1)</sup> mich ausführlicher verbreiten. Bezüglich der Tektonik,

<sup>1)</sup> Blanckenhorn, Die pliocänen und quartären Stufwasserbildungen in Syrien.

um die es sich hier handelt, weifs man merkwürdigerweise gerade vom Jordanthal und dem Westjordanland am allerwenigsten Genaueres in ganz Syrien. Wir können uns demgemäfs kurz fassen. Hull giebt in Sektion No. 1<sup>1)</sup> ein Profil durch das nördliche Judäa und das südliche Ghôr. Nach demselben bildet das Tafelland von Judäa bis zu einer Störung im Wâdi el-Kelt im NO von Jerusalem, wo jüngere Eruptivmassen empordrangen, ein großes Gewölbe. Das Jordanthal betrachtet Hull<sup>2)</sup> dann als gebrochene Synklinale (womit übrigens seine Darstellung im genannten Profil durchaus nicht übereinstimmt; denn hier zeigen die Kreideschichten an beiden Thalrändern sogar ein entgegengesetztes Einfallen, als ob sich über dem Thal ursprünglich ein zweites, später an schwachen Stellen eingebrochenes Gewölbe befunden hätte). Hull geht sogar so weit, dafs er schon zur Miocänzeit, als das Land sich teilweise aus den Fluten des Eocänmeeres erhob, gleich eine Mulde zwischen den allein zu beiden Seiten emporsteigenden Antiklinalen sich einfalten läfst, eine Mulde, deren Boden sich anfangs noch gar nicht über den Meeresspiegel erhob, sondern vom Meereswasser bedeckt blieb und erst allmählich durch Bildung einer Wasserscheide im S vom Meere abgesperrt wurde. Zur Stütze dieser Hypothese beruft er sich auf die eigentümliche Fischfauna des Tiberiassees und Jordans, die er im Anschlufs an die Theorie von Sölla's als die den veränderten Lebensbedingungen angepaßten direkten Abkömmlinge der Fauna des Eocänmeeres betrachtet. Diesen unsicheren Ausführungen Hull's stehen diejenigen von O. Fraas,<sup>3)</sup> Lartet<sup>4)</sup> und R. Credner<sup>5)</sup> gegenüber, denen zufolge wir in den Seen des Jordanthals auf festländischem Boden entstandene und von Anbeginn an selbstständige Sammelbecken der Gewässer des Jordangebietes zu erblicken haben. Ich verweise hier, um Wiederholungen zu vermeiden, besonders auf die eingehenden vergleichenden und kritischen Studien R. Credner's über «die Reliktenscen», die vielleicht noch zu wenig gewürdigt sind, und mit deren Resultaten ich mich in vollkommener Übereinstimmung befinde. Die nüchternen, einfachen Erklärungen, welche Credner für das Einwandern auch einer gröfseren Zahl von anderswo heimischen Thierformen in die entlegensten und isolirtesten Binnenwässer mit Hilfe der zahlreichen Transportmittel, die der Natur zu Gebote stehen, giebt, schwächen sehr die Bedeutung ab, welche nicht nur Hull, sondern auch Suess wiederholt den Beziehungen der Fauna des Tiberiassees wie des Nahr ez-Zerka oder Krokodil-Flusses und anderer Gewässer mit der Nilfauna beilegt. So schliefst Suess, anders als Hull, aus dieser Verwandtschaft auf eine ehemalige, ungewöhnliche Ausbreitung dieser Flußfauna in einem zusammengehörigen Netz von Wasserläufen, mit anderen Worten auf

1) From Sea Coast at Askalan by Jerusalem to the Jordan near Jerichow.

2) Memoir u. s. w., S. 108.

3) Fraas: aus dem Orient, I. Stuttgart, 1867.

4) Lartet: Voyage d'exploration à la Mer morte etc. par le Duc de Luynes, tome III, Géologie. Paris, 1877.

5) Credner R.: die Reliktenseen, Ergänz. z. Petermanns Mitt. XIX, 1888, S. 22—25.



eine Verbindung des Nilsystems mit dem Jordan auf einem von Meeresbuchten noch nicht unterbrochenen, zusammenhängenden Festlande.

In Bezug auf die Tektonik des Jordanthals ist bis jetzt nur eins sicher und von allen Forschern anerkannt, nämlich daß im O eine Hauptlinie herzieht. Längs dieser Linie erscheinen die alten Massengesteine noch im SO des Toten Meeres, der cenomane «nubische Sandstein» aber begleitet nicht nur dessen ganzes Ostufer, sondern wird noch weit im Jordanthale sichtbar am Fusse des östlichen Plateau-Abfalls.

Anders ist es im W. Alles Land besteht hier aus Kalkstein der Oberen Kreide. Das östliche Ufer weist daher in jedem Querprofil ältere Gesteinsarten als das westliche auf. Hieraus schloß Lartet, daß das Tote Meer und die Jordanlinie aus einem Bruch hervorgegangen seien, verbunden mit einfacher Senkung des westlichen Flügels. Nach Fraas sind aber im Rücken von Judäa zu beiden Seiten, gegen das Mittelmeer wie gegen das Jordanthal, treppenförmige parallele Verwerfungen vorhanden, an welchen die Schollen von der Höhe in der Mitte zu den Tiefen im O und W herabsanken. Leider ist die Lage dieser Störungen noch auf keiner Karte festgelegt. Auf Grund dieser Angaben von Fraas, nach denen also der «Westflügel nicht im ganzen Körper, sondern in doppelten Treppen zur Tiefe sank», erklärte Suess das Jordanthal für eine «einseitige Grabenversenkung».

Die Scholle, welche innerhalb des Westflügels am tiefsten sank und den Untergrund des Jordanthals bildet, muß natürlich auch im W von einer Spalte begrenzt sein. Während die große zweifellose Spalte im O durch regelmäßigen Verlauf nach N sich leicht verrät, greifen am Westrande, ähnlich wie im nördlichen Wâdi el-'Araba, wo thatsächlich eine Westspalte fehlte, mehrfache Einbuchtungen tief in das westjordanische Gebirgsland ein, so das Thal Wâdi Fârî 'a und besonders das des Wâdi Djalûd. Sind diese Buchten durch gleichzeitige Querverwerfungen oder bogenförmigen Verlauf einer W-Spalte bedingt oder etwa durch ältere vor Einsturz des Ghôrgrabens schon vorhandene Relief-formen wie alte Querthäler? Hier fehlen jegliche Nachrichten.

Im O des Tiberias-Sees im Djôlân sind im Jahre 1885 genauere geologische Untersuchungen durch Nötling angestellt, deren Resultate uns aber leider immer noch nicht in einer geologischen Übersichtskarte vereinigt vorliegen.

Die wenigen zu Gebote stehenden Nachrichten über die physische Beschaffenheit der Gegend am mittleren Jordan lassen jedenfalls die eine Thatsache erkennen, daß die Randbrüche, besonders der östliche, ununterbrochen geradlinig fortsetzen. Die Lavamassen, welche im N des Sees Genezareth die Region der Randspalten ganz erfüllen, treten im N des Bahr el-Hûle wieder von den Thalrändern zurück. Auch im westlichen Teile des Djôlân, im O der sumpfigen Niederung Ard el-Hûle giebt Lartet's<sup>1)</sup> *Carte géologique* wieder einen Streifen

<sup>1)</sup> Annales des sciences géol. I, 1879, S. 1.

Kreidekalk an, der in einer geraden SN-Linie an der Ebene plötzlich abbricht. Erst im O und N, gegen Baniàs zu, wird er von doleritischem Gestein bedeckt.

Bei Baniàs, an der Hauptquelle des Jordan, beginnen nun auf einmal verwickeltere Verhältnisse. Das meridional gestreckte Senkungsfeld des Ghôr wird plötzlich durch eine Querspalte abgeschlossen. Wir stehen hier an der Schwelle Mittelsyriens.

## B. Mittelsyrien.

Auf alle Einzelheiten des Gebirgsbaus von Mittelsyrien brauche ich hier nicht einzugehen, nachdem Diener dieselben in seinem «Libanon» so meisterhaft und anschaulich geschildert hat. Ich beschränke mich darauf, das Wichtigste, was für unsere Betrachtung von Interesse ist, herauszugreifen, sowie solche Punkte zu besprechen, in denen meine Auffassung von derjenigen Diener's abweicht. Diener hat eine große Zahl von Störungen, die vorwiegend in der Richtung SSW—NNO Mittelsyrien durchziehen und die ganze Struktur des Landes bedingen, ausfindig gemacht. Aber er hat, wie dies auch bei einem einmaligen kurzen Besuche kaum anders zu erwarten ist, ihre Zahl noch lange nicht erschöpft. Die Lagerungsverhältnisse sind vielfach komplizierter, die Schichten mehr verworfen, als es Diener darstellt, wie ich das selbst in der Umgegend von Beirût Gelegenheit hatte, festzustellen.

### 1. Das Jordanquellgebiet, das Zwischenglied zwischen dem Ghôr und der Bekâ'a.

So denkt sich Diener z. B. gleich im S den Großen Hermon als «ein mächtiges Gewölbe», mit anderen Worten als flache, ungebrochene Antiklinale von sogenanntem «Libanonkalkstein», unter welchem am W-, SW- und S-Fuße des Bergmassivs ohne bemerkenswerte Störung «tiefer Schichten, Trigoniensandstein und Arajakalkstein in ringförmiger Anordnung sichtbar werden» sollen. Bereits Fraas,<sup>1)</sup> auf dessen Angaben über den Hermon auch Diener sich beruft, fand das dortige Gebirge in «hora 2 zerklüftet, welche Klufrichtung dem ganzen Djebel esch-Schech eigentümlich bleibt». Nötling,<sup>2)</sup> der dann den Hermon genauer untersuchte, erkannte auf dem Westgehänge zwischen Wâdi Hasbâni oder dem oberen Jordantal und dem Gipfel des Gebirges einen wiederholt treppenförmigen Aufbau aus nur oberkretaceischen Schichten des Trigoniensandsteins und der Rudistenkalke (= Libanonkalkstein Diener's).

Die Annahme Diener's vom Vorhandensein seines «Arajakalksteins» (d. h. nach D. = Unterer Kreide) auf der W-Seite des Hermon hat sich in der That als nicht haltbar erwiesen, denn die Fossilien, welche Diener in demselben bei Hasbeja sammelte, und die ich selbst später Gelegenheit hatte, zu unter-

<sup>1)</sup> Juraschichten am Hermon. Neues Jahrb. f. Min., 1877, S. 18.

<sup>2)</sup> Der Jura am Hermon, 1887.

suchen,<sup>1)</sup> gehören der Zone der wechselnden Mergel und Kalke mit *Buchiceras syriacum* an, die den Übergang bildet vom cenomanen Trigoniensandstein in den turonen Rudistenkalk und diesen mächtigeren Abteilungen der Oberen Kreide in Mittelsyrien zwischengelagert ist. Diese noch dem (oberen) Cenoman angehörigen Lagen bilden also die Decke der Stufe von Hasbeja, der westlichsten und tiefsten unter den Terrassen der Westseite des Hermon, und unter ihnen tritt im O von Hasbeja bei 'Ain Konjah und Schuweja regelmäfsig die untercenomane Zone des Trigoniensandsteins zu Tage.

Weiter aufwärts folgt nun plötzlich nach Nötling<sup>2)</sup> infolge einer Verwerfung, welche die erste und zweite Terrasse trennt, Rudistenkalk (? = Turon). Diese Verwerfung, welche wir als diejenige von Hasbeja kurz bezeichnen wollen, scheint noch von Nebensprüngen begleitet. So sah auch Diener «die Trigoniensandsteine in den Gehängen des Wâdi Schiha von mehreren untergeordneten Längsverwerfungen durchsetzt». Derselbe treppenförmige Aufbau von westfallenden Schichten wiederholt sich nun nach Nötling gleichmäfsig weiter bis zum Gipfel des Hermon.

Die erwähnte Spalte von Hasbeja ( $\alpha$  unserer Karte) hat um deswillen für uns eine besondere Bedeutung, weil ihre Lage ziemlich genau der nördlichen Fortsetzung des grofsen östlichen Hauptbruchs des Jordanthals entspricht, den wir im vorigen Kapitel bis in die Gegend von Bâniâs verfolgen konnten. Diener hat freilich auf seiner Karte<sup>3)</sup> diese östliche Jordanbruchlinie nicht mehr über die Querspalte, mit der er das Senkungsfeld des Ard el-Hûle abschliesst, hinaus verzeichnet, während er das mit der westlichen Randspalte wohl gethan hat. Hat diese als so überaus bedeutsam anerkannte Spalte hier doch noch nicht ihr Ende erreicht, was ich allerdings nur als wahrscheinliche Hypothese aufstellen kann, so würde sie dicht westlich Bâniâs verlaufen und Diener's ringförmiges(?), sich um den Hermon herumziehendes Gebiet seines(!) Arâjakalksteins (= meines Obercenomankalks) durchschneiden beziehungsweise letzteren vom turonen(?) Rudistenkalk trennen.

Zwischen Hasbeja und Schuweja findet nun eine allmähliche Umbeugung der bis dahin nördlichen Richtung der Linie von Hasbeja in die nordwestliche des Antilibanon statt, in derselben Weise und unter derselben Breite, wie das nach Diener an der etwas westlicheren Verwerfungslinie und dem Lauf des Wâdi Hasbâni beobachtet wird. So zieht sich die fragliche Dislokation um den Hermon herum links von Raschaja und Kfer Kûk vorbei nach Djedeide. Bei Raschaja hat Diener die Verwerfung gesehen.<sup>4)</sup> Bei Djedeide gelang es

<sup>1)</sup> Blanckenhorn: Die Entwicklung des Kreidesystems in Mittel- und Nordsyrien nebst einem Anhang über d. jurass. Glandarienkalk, 1890, S. 3.

<sup>2)</sup> a. a. O. S. 3. Schematisches Querprofil.

<sup>3)</sup> «Die wichtigsten Störungen des Jordanquellgebiets», Sitzb. Ak. d. Wiss., math.-phys. Kl. Wien, XCII, I, 1885, Taf. 2.

<sup>4)</sup> Vergl. «Libanon» S. 291 und Profil Fig. 8 bei S. 280. In diesem Profil ist aus seinem früheren Arajakalkstein im W der Linie echter Libanonkalkstein geworden.

Diener,<sup>1)</sup> das Vorhandensein des Aufbruchs der Trigoniensandsteine im O auch durch den Augenschein nachzuweisen. Die Störung soll sich nur bis in die Nähe des Wâdi Jahfûfe fortsetzen, dann aber innerhalb des Antilibanon verschwinden. Danach fände erst hier die große östliche Hauptspalte *a*, nachdem sie, wie ich wahrscheinlich gemacht, vom Roten Meer an fast ununterbrochen 5½ Breitengrade durchzogen hat, ihr Ende.

Verlängert man auf Diener's geologischer Karte diese Linie noch über den Ort Jahfûfe hinaus, so trifft sie bei Breitân in spitzem Winkel gerade auf eine Spalte (*i* auf unserer Karte), an der «gegen W fallende Schichten der Senonkreide, die von Nummulitenkalken regelmässig überlagert werden, gegen O an einer Antiklinale von eocänem Wüstenkalkstein abschneiden». Es ist Diener's «Bruchlinie von Medjdel 'Andschar», die aus SW von genanntem Orte kommt, an jener bezeichneten Stelle bei Breitân aber NNO-Richtung annimmt und dann von Ba'albek ab bis in die Gegend von Lebweh den Rand der Bekâ'a bezeichnet. Wie auf diese Weise der Störung von Medjdel 'Andjar im N eine große Rolle zukommt, so dürfte dies auch im S der Fall sein. Es wird im höchsten Grade wahrscheinlich, daß dieselbe nicht sobald südwestlich von Medjdel 'Andjar ihr Ende erreicht, sondern ihre unmittelbare Fortsetzung in jener Verwerfung findet, welche die westlich gelegene Scholle des Dahar el-Litâni, die (ebenso wie jene Randscholle im W der Linie Breitân—Ba'albek) aus jüngeren Sedimenten besteht, von den älteren Kalksteinen des südlichen Antilibanon und Hermon trennt. Dies ist die Linie des Wâdi Hasbâni oder oberen Jordanthals (*z*), deren Umbeugung aus S—N in NNO-Richtung im W von Hasbeja ich schon oben erwähnte. Diese Linie wird zum Teil durch den Lauf des Wâdi Hasbâni und eine Reihe basaltischer Ausbrüche gekennzeichnet. Sie scharft sich im S mit einer großen Dislokation (*l*), die zwischen Wâdi Hasbâni und Leontes verlaufend, eine breite Synklinale von Senonkreide im W begrenzt. Die im S vereinigten Spalten endigen nach Diener plötzlich an dem Querbruch, der das Ard el-Hûle und mit ihm das Ghôr im N abschneidet.

Dasselbe Schicksal teilt weiter westlich eine zweite, weniger wichtige Störung, welche in ihrem nördlichen Anfang bereits dem Libanon angehörend, nach Überschreitung des Leontes, den Dahar el-Litâni in nordsüdlicher Richtung durchzieht.<sup>2)</sup>

Zwischen dieser Spalte und der vorhergehenden schiebt sich westlich vom Leontes am Ostabhang der Taumât Nîha, des höchsten Gipfels des südlichen Libanon, noch eine zunächst untergeordnete Dislokation (*l*) ein, an der bei Maschrara cenomaner Trigoniensandstein hervortritt. Sie reicht im S nicht mehr in den Dahar el-Litâni, aber sie wird im N des Landes von großer Bedeutung,

<sup>1)</sup> a. a. O., S. 291.

<sup>2)</sup> Diener, a. a. O., S. 265.



«indem sie von 'Ain Zebdeh an den westlichen Randbruch des Grabens der Bekâa bildet».

Erst westlich von allen diesen Verwerfungen erkennen wir in der nunmehr folgenden tektonischen Linie (*m*) die direkte Fortsetzung der großen westlichen Jordanthalspalte, welche die Grabensenke des Ghôr mindestens in ihrem nördlichen Teil im W begrenzt. «Es ist dies jene Verwerfung, die, westlich vom Hûleh anhebend, in fast genau S—N-Richtung über das Durchbruchsthal des Leontes hinweg zum Gipfel der 1850m hohen Taumât Niha zieht und ihrer ganzen Erstreckung nach von einem Aufbruch der älteren Trigoniensandsteine» zwischen jüngeren Kalkstein «begleitet wird. Diese Verwerfung (*m*) geht innerhalb des Dahar el-Litâni streckenweise in eine steile Antiklinale der Trigoniensandsteine über, so z. B. in dem Profil von Djisr el-Chardeli zum Wâdi Hasbâni. Die westfallenden Trigoniensandsteine, welche die steil geneigten Schichten des Libanonkalksteins von Kala'at esch-Schekif (im W) konkordant unterteufen, zeigen sich bei Kulêj'a plötzlich geknickt und von den ostfallenden Libanonkalksteinen (im O) überlagert. Der Scheitel dieser Antiklinale entspricht ohne Zweifel der Fortsetzung des Bruchs der Taumât Niha.»<sup>1)</sup>

Man hat es also hier mit einer echten Sattelspalte im Sinne v. Könen's zu thun. Die ganze Partie, welche zwischen ihr und der Hasbejaspalte, der mutmaßlichen Fortsetzung des östlichen Jordanbruchs, eingesunken ist und, wie aus dem Ganzen ersichtlich, die nördliche Fortsetzung der Grabensenke des Ghôr bildet, entspricht einer einzigen großen Synklinale, die im Gegensatz zum Jordangraben nicht so tief eingesunken und in sich mehrfach zerstückelt erscheint. Es leuchtet das sofort ein, wenn man Diener's<sup>2)</sup> lehrreiches «Profil durch den südlichen Libanon und die Scholle des Dahar el-Litâni von Saida auf den Großen Hermon» ins Auge faßt. In sämtlichen Schollen im O und W zeigen die Schichten eine mehr oder weniger große Neigung gegen eine Mittellinie. In der mittelsten Partie dieser Synklinale, der Senon-eocänscholle von Medjdel Belhis und Kfer Mischk ist die ursprüngliche Mulde zum Teil noch ungestört erhalten; zum Teil aber ist «zwischen diesen beiden Orten das Muldentiefste geknickt und von einer Verwerfung durchschnitten, die auch in dem Relief der Landschaft durch einen schmalen Streifen basaltischer Ergüsse angedeutet erscheint». Daß flüssige Massen zu ihrer Eruption aus dem Erdinnern mit Vorliebe Muldenspalten bevorzugen, ist eine häufige und erklärliche Erscheinung. Es liegt daran, daß die Wände der letzteren nach unten

<sup>1)</sup> Diener, a. a. O., S. 264. Das Profil, welches D. durch den südlichen Libanon und die Scholle des Dahar el-Litâni an dieser Stelle gelegt hat, steht insofern nicht ganz mit den eben aus dem Text des Diener'schen Werkes citirten Angaben im Einklang, als die Knickung der Trigoniensandsteine mehr dem Djisr el-Chardeli genähert erscheint und eine Konkordanz mit dem jüngeren Kalkstein gerade im W des Leontes unwahrscheinlich wird, während im O bei Kulêj'a, wo die Verlängerung der Hûlelinie von S durchgehen würde, regelmäßige Lagerung gezeichnet ist.

<sup>2)</sup> S. 280, Fig. 8.

divergieren, während die der Sattelspalten ebendahin konvergieren. Die basaltischen Ausbrüche an der benachbarten Linie des Wâdi Hasbâni sind ebenfalls noch auf Rechnung dieser großen Mulde zu schieben, wenn auch diese Linie selbst nur eine sog. «Nebenspalte», nicht das Muldentiefste repräsentiert. Das Auftreten von Basalten auf Spalten geschichteten Gebirges kann förmlich als Kennzeichen einer Muldenspalte auch in Syrien dienen, wie sich weiterhin noch mehrfach zeigen wird. Die nördliche Fortsetzung eines größeren mittleren Teils der Mulde, der von der Spalte von Maschrara im W und der des Wâdi Hasbâni oder von Medjdel 'Andjar im O eingeschlossen ist, stellt die Bekâ'a dar. Geht schon aus dem Verhalten der Schichten am Ostabfall des Libanon und an der Westseite des Antilibanon<sup>1)</sup> deutlich hervor, daß die Bekâ'a an Stelle einer Synklinale liegt, so wird das wieder durch das von Diener beobachtete Auftreten von Basalten bei Dêr el-Ahmar und am Kamu 'at el-Hörmül bestätigt.

## 2. Der Libanon.

### a) *Der südliche Libanon.*

Wir haben bereits im S am Ostrand des Libanon in der Taumât Niha einen geborstenen Sattel (Spalte m) kennen gelernt. Die Hauptmasse dieses Berges mit dem Gipfel, der Westflügel dieses Sattels, besteht aus westfallenden Libanonkalksteinen. Am Westfusse treffen diese in scharfem Bruch mit ostfallenden Kalken zusammen. Es ist hier eine typische Muldenspalte<sup>2)</sup>, die auch weiter im S im Profil<sup>3)</sup> zwischen Kal'at esch-Schekîf und Kfer Tibnit wiederzuerkennen ist. Hier im äußersten S des Libanon folgt nun bei Kfer Tibnit und Nabatije unmittelbar westlich darauf ein flacher Sattel von Schichten der Senonkreide und eocänem Nummulitenkalkstein, von dessen Scheitel an die Schichten konstant in mehreren staffelförmigen Absätzen sehr flach gegen die Meeresküste einfallen.

In der Breite von Saida und des Taumât Niha erscheint ebenfalls zwischen letzterem und der Küste noch ein Sattel, aber in seinem Scheitel zwischen Rûm und Hamsîje ist er geborsten und längs der Kluft verworfen, und die Schichten fallen steiler nach beiden Seiten zur Muldenspalte im O und zur Küste ab. Diese typische zweite Sattelspalte von Rûm (*n* unserer Karte) ist von O nach W gerechnet nach Diener die letzte große Dislokationslinie, welche in diesem «Normalprofil» durch den südlichen Libanon «in einschneidender Weise den Bau des Landes stört». Dies der südliche Libanon.

### b) *Der mittlere und nördliche Libanon.*

Im mittleren Libanon haben wir nicht mehr zwei, sondern eine einzige, große, flache Antiklinale. Schon die charakteristische Verbreitung

<sup>1)</sup> Vergl. Diener's Profile Fig. 2 und 3 auf S. 71 und Fig. 4 Seite 75.

<sup>2)</sup> Diener, S. 62—63 und Profil Fig. 8.

<sup>3)</sup> a. a. O., Fig. 9.

des ältesten Gliedes in dem dortigen Schichtenkomplex, des jurassischen Glandarienkalks, Diener's Arâjakalksteins, nur in einem mittleren Streifen des Gebirges<sup>1)</sup>, wo das Aufreissen des Sattels erfolgte, und die Beschränkung der jüngsten Glieder, der Senonkreide und des Eocäns auf den West- und Ostabfall deutet darauf hin. Im Gegensatz zu den typischeren Sätteln im südlichen Libanon ist im ganzen übrigen Teil des Gebirges die Antiklinale allerdings breit und gerade in ihren Scheitelpartien sehr flach, sie gleicht einer ebenflächigen Tafel, deren Ränder sich nach zwei Seiten hin in Flexuren gesenkt haben.<sup>2)</sup>

Als eine der bedeutsamsten Strukturlinien im mittleren und nördlichen Libanon hat Diener die Spalte (*n* uns. K.) erkannt, welche zwischen Ham-mâna und Râs el-Metn am Salimathalgehänge sichtbar wird, hier allerdings nicht durch besondere Sprunghöhe ausgezeichnet.<sup>3)</sup> Etwas nördlicher fällt die Kluft mit der Schlucht des Nahr es-Salib zusammen. Diener's Fig. 4 zeigt bereits deutlich, wie an dieser Stelle auch das Abfallen der Schichten nach W beginnt, mit anderen Worten den geborstenen Scheitel einer Flexur. In noch nördlicheren Gegenden wird diese Linie (*n*) «der maßgebendste Grundzug für die Tektonik des Libanon». Die Sprunghöhe steigert sich, so bei Kartaba. Dann «zwischen Tannurîn und Niha geht» (jetzt auch nach Diener's Erklärung) «die Bruchlinie in» den hier nicht aufgerissenen Scheitel einer «Flexur über, an» dem «Trigoniensandstein und in tieferen Aufbrüchen noch die Arâjakalksteine hervortreten». An dieser Flexur «vollzieht sich» in der Gegend des Nahr-Kadischa «der ganze Abbruch des Gebirges von der centralen Achse des Hauptkammes bis zum Rande des levantinischen Beckens». Die Flexur ist «von außerordentlicher Spannung», da «deren Betrag einer Nivcauverschiebung des gesenkten Westflügels gegenüber dem stehengebliebenen Ostflügel um mindestens 3200 m gleichkommt.»

Im O des mittleren und nördlichen Libanon bleibt die wichtigste tektonische Linie, welche der beschriebenen im W entspricht, und an der der Abfall der mittleren Tafel gegen die Bekâ'a beginnt, nirgends ungebrochen. Im mittleren Libanon zeigt sich diese Bruchlinie (*m*) im O des Djebel Sannîn und Keneise, wo nach Diener noch horizontale Lagerung herrscht<sup>4)</sup>, und zieht sich von hier nach SW. Nach Überschreitung der Damaskusstrafse, an der diese Linie (*m*) in dem Gegensatz horizontaler und geneigter Lagerung der Libanonkalksteine zum Ausdruck kommt, würde sie in ihrer gedachten direkten Verlängerung nach S

1) Vergl. Diener's geolog. Karte.

2) Man vergl. Diener's Profile durch den mittleren und nördlichen Libanon Fig. 2, 3 u. 4 auf S. 71 und 75.

3) Aus Diener's Profil Fig. 2 ersieht man nicht einmal, an welcher Seite, ob im O oder W die Schichten eigentlich eingesunken sind.

4) Diener, a. a. O. Fig. 2 u. 4.

zur W-Seite des Hauptkammes des dortigen Djebel Baruk übergehen und träfe genau gerade auf den Aufbruch der Trigoniensandsteine längs der oben erwähnten Spalte ( $\mu$ ), die von der Taumât Niha kommt, und die wir als östliche Sattelspalte des südlichen Libanon und zugleich als Fortsetzung des westlichen Jordanbruchs kennen lernten.

Auch die große westlichere Bruchlinie ( $\nu$ ) im mittleren Libanon scheint einer solchen im S zu entsprechen. Von Hammâna über die Damaskusstrafse nach S in ihrer bisherigen Richtung verlängert, fällt jene bei Mezra'at esch-Schûf vermutlich mit der westlichen Sattelspalte ( $\nu$ ) von Rûm und Djebâ'a zusammen.

Jetzt verstehen wir die Struktur des Libanon schon besser. Die beiden Antiklinalen des Südens, die sich nicht von denen in schwach gefaltetem Gebirge unterscheiden, gehen nach N allmählich in eine einzige, in der Mitte flache, an beiden Rändern in Brüchen oder Flexuren abgesunkene Tafel über. Die zwischen den Antiklinalen im S befindliche Mulde verschwindet nach N, indem ihre Tiefenlinie sich mit der östlichen Sattelspalte schart und die konvergierenden Schichten sich verflachen. Aus der Mulde wird die mittlere Tafel mit horizontal gelagerten Schichten, welche von der Damaskusstrafse an die Achse des Gebirges repräsentirt und den Kamm enthält. Die beiden Antiklinalspalten im S finden sich später im N in veränderter Form wieder als Hauptlinien des Abbruchs der Tafel im O und W. Sie gingen hier zum Teil aus Flexuren hervor, die meist zerrissen, im äußersten NW aber sich noch ungebrochen erhielten.

Eine bemerkenswerte Ausnahme von dieser Regel findet in den außerordentlich komplizierten Verhältnissen am Westabfall des mittleren Libanon statt. Hier hat nämlich die Hammânalinie ( $\nu$ ) bis zum Nahr es-Salib noch nicht ihr Dasein einer ursprünglichen Flexur zu verdanken; denn auch im W dieser Linie liegen die Schichten zuerst noch horizontal bis Arâja und 'Abeih<sup>1)</sup>. Erst westlich einer Linie 'Abeih, Dêr el-Kal'at, Bêt Mêri, Brûmâna ( $\sigma$  unserer Karte) erfolgt unvermittelt ein steiles Einfallen der Jura- und Kreidesedimente gegen die Küste, die teilweise in mehrere Schollen zerstückelt zur Tiefe gegangen sind (vergl. mein Profil V von Beirût nach Brûmâna auf Taf. II). Auch die jurassischen Glandarienkalk, welche man im O von Schteidi östlich Beirût<sup>2)</sup> und bei Zelikât im

1) Vergl. Blanche's Profil von 'Abeih in Bull. Soc. géol. France. 2e sér. tome V p. 12 oder Kopie davon in Blanckenhorn, Entwicklung des Kreidesystems in Mittel- und Nordsyrien 1890 S. 31, sowie Diener a. a. O. Fig. 2.

2) Der Teil im O von Beirût ist auf Diener's geolog. Karte von Mittelsyrien nicht richtig dargestellt. — Die in meinem Profil V Taf. II angegebene erste Spalte ( $\rho$ ) zwischen Glandarienkalk und kretacischem Nerineenkalk auf dem Wege nach Brûmâna dürfte in ihrer NO-Fortsetzung mit Diener's erster Spalte in seinem Profil Fig. 4 zwischen Antelias und Mâr Djirdjis zusammenfallen, sowie mit der zweiten Störung am Nahr el-Kelb (Diener, Fig. 5), welche Glandarienkalk von Trigoniensandstein trennt. Die «Störung von Dschûneh» (Diener, S. 70, 75 u. 76) scheint mir in dem Verlauf, den ihr Diener auf seiner Karte vorzeichnet, theoretisch betrachtet unmöglich. Die SSO-Richtung wäre eine im ganzen Libanon sonst nicht vorkommende Ausnahme. Die Störung würde die wichtige Linie



W einer NO-Spalte ( $\rho$ ), sowie am Ausgang des Nahr el-Kelb zum Teil unter Trigoniensandstein zu Tage treten sieht, zeigen nordwestliches Einfallen unter durchschnittlich  $45^{\circ}$  (vergl. Taf. II Profil V, sowie Diener's Fig. 5). Die zuerst NNW-lich verlaufende Scheitellinie ( $\sigma$ ) der Flexur scheint bei Bêt Méri über Brûmâna entlang den dortigen Höhenrücken parallel dem Salîmathal nach NW umzubiegen in die Richtung auf Reifûn und das Thal des Nahr es-Salib, wo dann erst der flexurartige Abfall nach NW mit der Hammânaspalte ( $\mu$ ) zusammenfällt.

### 3. Allgemeine Folgerungen.

Wir haben in der Struktur des Libanongebirges in dessen SN-Verlauf wesentliche Veränderungen wahrgenommen in Bezug auf die Lagerung der Schichten und das Verhalten der Spalten. Diese Änderungen gehen Hand in Hand mit der Zunahme an Breite in südnördlicher Richtung. Besonders der mittlere Teil, welcher zwischen den 2 Hauptstrukturlinien gelegen ist, ist im S auf einen schmaleren Streifen der Erdoberfläche zusammengedrängt als im Centrum und besonders im nördlichen Teil. So kommt es, daß der mittlere Teil hier zu einer Mulde gefaltet ist. Von der Damaskusstrafse an, wo sich zuerst die Verbreiterung des Libanon geltend macht, erscheint die Centralscholle als ruhige Tafel vielleicht noch in der Höhenlage, in der einst die Sedimente zum Absatz gelangt sind. Nur im O und W der Tafel fanden Einstürze und Zerreißungen in zahlreiche Schollen statt. Im nördlichen Libanon am Kadîschathal erreicht die Breite des mittleren Streifens wie des ganzen Gebirges ihr Maximum. Hier konnte sich auch das Absinken im O und W ruhig und ohne Bruch vollziehen. Die Schichten blieben trotz der Biegung im Zusammenhang.

(Nur im O ist in dieser Beziehung eine kleine Unregelmäßigkeit zu verzeichnen. Sozusagen noch innerhalb der mittleren Tafel befindet sich eine oroplastisch sehr hervortretende, aber tektonisch unbedeutende Störung, die durch Auftreten von Dolinenseen ausgezeichnete Linie von Jamûne. An ihr sind die Schichten des Libanonkalksteins beiderseits zu einer Art Mulde eingesunken. Es ist dies, wie mir scheint, keine echte Synklinalenspalte. Erst östlich davon im Dahar el-Cherâib, einem flachen Gewölbe, findet das eigentliche Absinken der Centraltafel zur Bekâ'a statt. Der östliche Schenkel dieses Gewölbes entspricht für sich allein dem Ostabfall des mittleren und südlichen Libanon im O der Linie ( $m$ ) des Taumât Niha und Djebel Sannîn. Der Scheitel des Gewölbes liegt ungefähr in der Verlängerung der letzteren, die an der Jamûne-Linie etwa an dem untersten Dolinensee ihr Ende erreichen mag. So liefse sich der Abfall des

---

des Abbruchs der Schichten zur Küste im N von Brûmâna einfach durchschneiden und dann soll sie noch oberhalb Arâja die Terrasse von Brûmâna und el-Metn trennen, wobei die westliche Scholle gesunken wäre (Diener, Fig. 2). Danach hätte an derselben Linie erst im N eine Senkung des östlichen Trigoniensandsteins gegen westlichen Glandarienkalk, später im S eine Senkung auf der Westseite stattgefunden. Ich selbst habe im Salîmathal bei Brûmâna keine Spalte bemerkt.

Dahar el-Cherâib als die östliche Flexur des nördlichen Libanon auffassen, wenn nicht die östliche Randpartie der Tafel selbst jene Unregelmäßigkeit aufwiese.)

Noch ein weiterer Gegensatz zwischen S und N innerhalb Mittelsyriens steht mit dem angeführten Unterschied in der Wirkung der gebirgsbildenden Kräfte in Zusammenhang. Im O des südlichen, durch seitlichen Druck gefalteten Libanon ist die Scholle des Dahar el-Litâni zwischen Leontes und Wâdi Hasbâni erhalten geblieben, während im N die Bekâ'a, im S das Ghôr ungleich tiefer als Graben einsank. Nicht ist, wie Diener vermeinte, das Ausmaß der Intensität jener mutmaßlichen tellurischen Bewegungen, welche Stücke der Erdrinde streifenförmig einsinken ließen, hier um ein Beträchtliches vermindert gewesen. Vielmehr hat hier ein erhöhter seitlicher Druck stattgefunden, der die Gebirgsschichten auf einen engeren Raum zusammenprefste als im übrigen Syrien und so zugleich ein allzutiefes Einsinken von Schollen verhinderte. Die Scholle des Dahar el-Litâni ist ein eingeklemmtes gerade durch erhöhten Druck festgehaltenes, im S und N durch Querabbrüche isoliertes Stück jenes großen langgestreckten Streifens, der im S und N tiefer einsank.

Warum aber erfolgte gerade an der Scheide von Süd- und Mittelsyrien eine intensive Bewegung der Erdschichten in horizontalem Sinne? Warum fand ferner eine Ablenkung der Richtung der westlicheren Strukturlinien aus S—N in SSW—NNO statt?

Die Beantwortung dieser Fragen muß jedenfalls zugleich die dritte Eigentümlichkeit im Bau Mittelsyriens erklären, die wir bis jetzt noch nicht berührten, das rutenförmige Auseinandertreten der Strukturlinien im O, im Antilibanon und in den palmyrenischen Ketten. Ich glaube, daß das schwierig scheinende Rätsel nicht so unlösbar ist, da die Erscheinungen in manchen Gegenden der Erdoberfläche mehr oder weniger ihre Analoga finden.

Suess hat mit genialem Blick erkannt, daß die Entstehung von vielen der jüngeren Kettengebirge Eurasiens mit dem Einsturz von Senkungsfeldern an deren sogenannter Innenseite in gewisser Beziehung steht, so die Erhebung des Atlas mit dem Einsinken des westlichen Mittelmeeres, des Apennin mit dem Einsturz des Tyrrhenischen Meeres, die der Ostalpen mit dem Adriatischen Meere, die der Karpathen mit deren eingebrochener Innenseite u. s. w. Überall ist der Einsturz dieser Senkungsfelder mehr oder weniger mit dem Hervordringen vulkanischer Massen verbunden gewesen, die förmlich als unfehlbares Charakteristikum einer Senkung gelten, ähnlich wie bei den Muldenspalten. Je ausgeprägter und größer das Senkungsfeld und je näher es liegt, um so intensiver ist die Aufrichtung oder auch Zerreißen der benachbarten Gebirgsmassen. Der Umriss des Senkungsfeldes beeinflusst in erster Linie die Richtung der Leitlinien der stehenbleibenden Scholle bzw. der gehobenen Falten. Da die Umgrenzung des Senkungsfeldes eine in sich zurückkehrende Linie, also keinesfalls

ganz geradlinig ist, müssen jene Leitlinien mehr oder weniger auch bogenförmig verlaufen.

Freilich sind die syrischen Gebirge keine echten gefalteten Ketten, wie z. B. die Alpen. Der Vergleich mit diesen ist nicht einwandfrei, wenn auch in Bezug auf die Virgation eine auffallende Analogie herrscht. Suess hat gezeigt, daß die Ursachen für das fächerförmige Auseinandertreten der Züge der Alpen im NW im Schweizer Jura und im O nicht auf der Innenseite, sondern der Außenseite des Bogens zu suchen sind.

Richtiger scheint es, die Gebirge Mittelsyriens mit dem triassisch-jurassischen Schollengebirge der Vogesen, des Schwarzwalds und Württembergs in Parallele zu stellen, die sich im NW und N der den Alpen vorliegenden Einbruchszone im S der Donau befinden. Dort herrschen, wenn wir natürlich von dem gefalteten, altkrystallinen und paläozoischen Kern ganz absehen und nur das mesozoische Gebirge ins Auge fassen, besonders zwei Systeme von Längsspalten vor. Zunächst solche, die gegen NNO verlaufen und in der Nähe des Rheinthals am Ostrand der Vogesen und am Westrand des Schwarzwalds liegen. Diese haben die Einsenkung des Rheinthals veranlaßt; sie sind von der Senke im SO nicht beeinflusst.

Nordöstlich vom Schwarzwald gegen Stuttgart hin ändert sich aber die Richtung der Längsbrüche. Aus NNO- wird NO-Streichen. Dies ist die zweite Gruppe, welche dem Aufsenrand des Odenwalds und der Umrahmung des großen schwäbisch-fränkischen Senkungsfeldes entspricht. Im S endlich bricht der schwäbisch-fränkische Jura an der Donau an einer ONO-Linie plötzlich ab, wie in Syrien der Hermon gegen den Djôlân oder längs der Fortsetzung der Hermonlinie die letzten Aufsenbastionen des Antilibanon im N von Damascus mit einer stehenden Flexur gegen die Ghûtha abfallen.

Das Senkungsfeld von Damascus spielt aber eine ungleich bedeutendere Rolle als jenes im S der Donau und am Bodensee, obwohl auch das letztere durch vulkanische Erscheinungen wie im Hegau ausgezeichnet ist. Das Senkungsfeld von Damascus dehnt sich in seinem vollen Umfang vom oberen Jordanthal (Ard-el-Hûle) und See von Tiberias unter  $35^{\circ} 35'$  bis mindestens zu  $37^{\circ} 50'$  östlich Greenwich. Seine Längenerstreckung reicht von  $32^{\circ}$  bis zu  $33^{\circ} 40'$  n. B. Die Haupterstreckungsachse hat die Richtung SO-NW und ist mit ihrem einen Ende gegen den nördlichen Beginn des Ghôr an der Hauptjordanquelle bei Bânîâs gerichtet. Die Senke ist größtenteils erfüllt von jungvulkanischen Massen. In den verschiedenen, zum Teil durch die Wildheit und Unzulänglichkeit ihres Terrains berückichtigten Regionen der Senke, im Djôlân, Wâr-ez-Zakije, Haurân, westlichen und östlichen Trachon, der Harra u. s. w. hat sich eine vulkanische Thätigkeit von einer Intensität abgespielt, dergleichen wir nur an wenigen Stellen unseres Erdballs kennen. Die Wirkung der Einsenkung eines großen Beckens auf die umgebenden Teile der Erdkruste wird nun teils darin

bestehen, daß letztere an peripherischen, mehr oder weniger konzentrischen Linien gegen das Becken zu einbrechen, teils kann auch ein gewisser seitlicher Druck, durch den Auffaltung hervorgerufen wird, ausgeübt werden. Schließlich ist anzunehmen, daß irgendwelche Störungen anderer Natur, von denen gleichzeitig oder später die umgebenden Gebirgsmassen betroffen werden, mit ihrer größten Annäherung an die Senke eine Ablenkung erfahren.

Ein solcher von der Entstehung der Damascus-Senke zunächst unabhängiger Vorgang ist das Aufreißen des syrischen Bruchsystems, «die große meridionale Berstung der Erde», die nicht nur an der Peripherie der Damascus-Senke, sondern schon viel weiter südlich eintrat und auch weiter nördlich sich verfolgen läßt, und die Suess<sup>1)</sup> als die Auslösung einer großen in OW-Richtung vorhandenen Spannung in der Erdrinde erklärt.

«Es ist wohl,» sagt Suess<sup>2)</sup> mit Recht, «die Annahme berechtigt, daß die Ausbildung der großen Kluft in Syrien in der Richtung von S gegen N stattgefunden hat. Was wir durch Dicner vom südlichen Ende des Antilibanon, durch Blanckenhorn vom nördlichen Ende des Libanon wissen, spricht entschieden dafür, daß die meridionale und geradlinige Zerklüftung in ihrem Fortschreiten gegen N an einer Stelle Widerstand gefunden oder doch in abweichender Richtung minderen Widerstand angetroffen hat und auf diese Weise abgelenkt worden ist. Wir haben uns daher eine sprungweise Eröffnung der Kluft von S gegen N in Syrien vorzustellen.» Diese Auffassung von Suess weicht von der meinen insofern ab, als Suess sich den Widerstand an der Außenseite im N in den Falten des Taurus denkt, ich selbst zunächst nur einen solchen im W finde, wo er teils längs der syrischen Küste durch das schon in der mittleren Pliocänzeit, also vor Aufreißen des syrischen Spaltensystems im großen Ganzen eingebrochene Mittelmeerbecken hervorgerufen wurde, teils auch, wie wir später sehen werden, durch die seit der Eocänzeit bestehende Festlandserhebung an Stelle des mittleren und nördlichen Libanon. Die Falten des Taurus liegen, wie man bei nüchterner Betrachtung der Topographie Vorderasiens zugeben wird, zu weit entfernt, als daß sie auf die Struktur von Mittelsyrien irgend einen Einfluß hätten ausüben können.

Dazu kommt aber noch als das Wesentlichste der Widerstand oder besser der Druck an der Innenseite. Die Einsenkung der Damascene mag nun schon vor Aufreißen des syrischen Spaltensystems ihren Anfang genommen haben, vielleicht, wie ich oben ausführte, gleichzeitig mit dem Einsturz des Roten Meeres, der Eruption der arabischen Harras an Spalten der gleichen Richtung und mit der Entstehung des Grabens des Wâdi Sirhân im SO des Haurân. Als dann in stumpfem Winkel auf das Rote Meer das Einbrechen der syrischen Tafel in meridionaler Richtung von S her erfolgte, setzte sich die Einsenkung

<sup>1)</sup> Beiträge z. geol. Kenntn. des östl. Afrika. Die Brüche des östl. Afrika. (Denkschr. d. k. Ak. d. Wiss.) Wien 1891, S. 28.

<sup>2)</sup> a. a. O. S. 24.



der großen Vulkanregion im O Syriens verbunden mit heftigen Eruptionen in verstärktem Maße fort, zumal nun dort (im Haurân) auch süd-nördliche Spalten aufrissen, die mit den ursprünglichen des arabischen Systems sich kreuzten.

Bis zum oberen Jordanthal blieb in der Küstengegend das System der meridionalen Spalten ungestört. Hier aber fand die größte Annäherung an das große östliche Senkungsgebiet statt. Der Streifen des einbrechenden Küstenlandes wurde in Galiläa und im südlichen Libanon zusammengedrängt und in dieser verschmälerten Region gefaltet und durch zahlreiche Brüche aufgelockert. Zugleich änderte sich die Richtung der Hauptstrukturlinien aus S—N in SSW—NNO. Im N der großen Senke aber erfolgt mit Passirung der Stelle des ungewöhnlichen Druckes von O her wieder eine Ausdehnung der nicht gesunkenen Gebirgsmassen über größere Erdräume, ein fächerförmiges Auseinandertreten der Gebirgszüge, die mit größerer Entfernung um so mehr sich verbreitern. Das ist die Virgation der Ketten des Antilibanon.

Suess vergleicht die Bruchlinien dieser Virgation mit den Birstungslinien einer tordierten Fläche, mit den Sprungbüscheln, welche Daubrée durch schraubenförmige Drehung von Glastafeln erzeugte. Zwei Kräfte lassen sich bei diesem Vorgang unterscheiden: erstens der Widerstand, welchen der festgespannte Rand oder das eine Ende der Glastafel oder des Glasstreifens leistet und zweitens der Druck, der durch die Torsion an einem Punkt der Tafel oder am anderen Ende des Streifens ausgeübt wird. Nur für die erstere fand Suess ein Analogon in dem Widerstand, den die taurischen Bögen hoch im N ausüben. Meiner Ansicht nach kann, wie gesagt, hier mit größerem Recht der Widerstand in Betracht gezogen werden, den das eingesenkte, im O von einer Meridionalküste begrenzte Becken des östlichen Mittelmeeres oder besser die durch diese Depression in der Tiefe der Erde hervorgerufene Verdichtung leistete. Der zweiten (Torsions-)Kraft entspricht aber der Druck infolge der Einsenkung der nach W sich verengenden und wie ein Keil vorschiebenden Damaskus-Senke. Da so die beiden Kräfte einfach unmittelbar einander entgegenwirken, die Spalten selbst aber wieder ihre eigene Ursache haben und nur von jenen in ihrer Richtung beeinflusst werden, kann hier von Torsion überhaupt kaum die Rede sein; jedenfalls vermag ich das *tertium comparationis* mit dem Daubrée'schen Experiment nicht zu erkennen.

Dagegen dürfte folgendes Vergleichsbild den Verhältnissen mehr entsprechen: Man lege eine Anzahl von langen Papierstreifen, die mit ihren Flächen sich locker berühren, an der einen Breitseite in horizontaler Lage gegen eine nicht nachgiebige gerade gestreckte senkrechte Wand so, daß die Flächen der Streifen vertikal stehen. Am einen Ende seien die Streifen fest geklemmt oder zu einer unbeweglichen Masse aneinandergeklebt, am anderen Ende nicht, und nun verübe man etwa in der Mitte gegen die locker liegenden Streifen einen plötzlichen Stoß, so wird hier ein Zusammendrängen der Papiere und nach dem

einen offenen nicht befestigten Ende hin ein Umbiegen und fächerförmiges Auseinandergehen derselben statthaben. Die Papierstreifen bedeuten die Strukturlinien. Das eine Ende, wo sie festgelegt sind, denke man sich als S, das offene Ende als N. Im S geschah nach Suess' und unserer Annahme das Aufreißen der Strukturlinien früher als im N. Im S war also die Struktur schon fertig, als das System der Bruchlinien sich weiter nördlich ausbreitete und jene Stelle des Stosses von O her passierte. Die Wand auf der einen Seite entspricht dem Widerstand durch das Meeresbecken, dessen Ostküste bereits damals den heutigen annähernd ähnliche oder parallele Umrisse besaß.

Was für Wirkungen der von SO her erfolgende Druck und der horizontale Zusammenschub im Libanon zur Folge hatte, wie sich diese Wirkungen von S nach N verringerten, der Bau des Libanon sich vereinfachte, das Gewölbe verflachte, haben wir gesehen. Noch liefse sich dem hinzufügen, daß vielleicht auch die charakteristischste Eigentümlichkeit dieses Gebirges, auf die besonders Diener aufmerksam macht, damit in einen gewissen Zusammenhang gebracht werden kann: der Gegensatz zwischen dem steilen Abfall nach O und dem sanfteren zur Mittelmeerküste. Wir wissen aus Suess' «Antlitz der Erde», daß alle Faltengebirge an ihrer Innenseite, von wo aus der einseitige Druck gewirkt hat, einen schnelleren steileren Abfall zeigen als an der Außenseite, so namentlich die Alpen. Etwas zusammengeschoben ist auch die Libanonmasse, wenigstens die südliche, wenn auch in relativ geringem Maße. Daß dies durch ungleichen Druck, d. h. vorwiegend von einer Seite aus geschah und nicht durch eine allseitige Stauchung, wie Diener annimmt, geht aus dem ungleichen Einfallen der Flügel in sämtlichen ungebrochenen und gebrochenen Antiklinalen des südlichen Libanon und Hermon hervor. Im O herrscht steiles Einfallen und die staffelförmig abgesunkenen Stufen folgen in unstreitig kürzeren Zwischenräumen aufeinander als im W.

Bei der Herausgestaltung des heutigen Reliefs, bei der Verlegung der Wasserscheide nach O nahe dem Rande des Grabens, spielt übrigens noch ein ganz anderer Faktor, nämlich die meteorologischen Verhältnisse, eine nicht unwesentliche Rolle. Da alle regenbringenden Winde von W kommen, unterliegt die Küste einer größeren Denudation und Erosion als die Windschattenseite im W. Die Kammlinie und Wasserscheide geht, wie das bei den meisten Küstengebirgen der Fall ist, mit der Zeit immer weiter zurück. Dieser Umstand macht sich namentlich im mittleren und nördlichen Libanon geltend und erklärt z. B. erst, warum auf der breiten, mittleren, ganz aus horizontalen Schichten aufgebauten Scholle<sup>1)</sup> zwischen der Hammânalinie (*n*) und der Spalte im O des Hauptkammes (*m*) der letztere so weit nach O bis dicht an diese Spalte gerückt ist, im W aber dieselben Sedimente, die jene Gipfel krönen, verschwunden sind. Fast

<sup>1)</sup> Vergl. Diener's Profile, Fig. 2 u. 3, a. a. O. S. 70.

möchte ich mich der Ansicht zuneigen, daß genanntem Faktor im mittleren und südlichen Palästina im W des Jordans und im Plateau et-Tih hauptsächlich der Gegensatz zwischen der flacher ansteigenden Westseite und der steileren Ostseite zuzuschreiben ist.

#### 4. Das Gebirgssystem des Antilibanon.

Die Frage nach den Ursachen der Unsymmetrie im Aufbau des Libanon läßt sich nicht entscheiden, wenn wir nicht auch seinen «Gegenflügel» oder so genannten «Zwillingshorst» in unsere Betrachtung hineinziehen. Nach Diener's eigenen Untersuchungen besteht er aus einer Reihe von Antiklinalen.

Es entsteht nun die Frage: Zeigen diese Antiklinalen wenigstens in den südlichen Teilen des Antilibanon, die noch unter dem herrschenden Einfluß der großen Senke stehen, steileres Einfallen im SO gegen dieselbe und bestätigen sie dadurch unsere Hypothese bezüglich der Entstehung des Libanon, oder sind sie nach beiden Seiten gleichgeneigt, also indifferent, oder brechen sie wie im Libanon steiler zur Bekâ'a ab, so daß der Antilibanon in Wahrheit als der Ostflügel einer einzigen großen, beulenförmigen, später zusammengebrochenen Wölbung erscheint, deren Westflügel der Libanon wäre?

##### a) *Der Hermon oder Djebel esch-Scheich.*

Der südlichste Teil des Antilibanon, der Hermon, ist nach Nötling in zahlreiche Schollen zerklüftet, die am sanften NW-Hang ein bis 30° anwachsendes NW-Fallen der Schichten aufweisen. Der außerordentlich steile SO-Abhang erscheint in Nötling's<sup>1)</sup> «schematischem Querprofil durch den Hermon» zum größten Teil förmlich als eine einzige Rutschfläche, an welcher der Gebirgsteil im SO in die Tiefe gesunken ist, jedoch selbst wieder in sich in mehrere Schollen zertrümmert, wobei die ältesten, in Mittelsyrien auftretenden Schichten des Jura durch Klemmung zwischen Kreideschollen in der Höhe gehalten wurden. In dieser Scholle am SO-Fuße herrscht durchweg steiles SO-Fallen. Nach Nötling wäre also die große ursprüngliche Wölbung oder der Sattel an vielen Stellen zerbrochen, besonders aber an der Linie der größten Knickung, da wo noch jetzt das Fallen der Schichten so plötzlich wechselt. Der Hermon muß nach alledem entstanden sein durch Berstung einer ungleichförmigen, scharf geknickten Antiklinale in ihrem Scheitel. Die große Schiefe der Antiklinale, der Gegensatz in der Richtung und Stärke des Einfallens und in der Breite der beiden Flügel, das Einsinken auf der Steilseite verleiht dem Hermon gewisse Verwandtschaft mit einer geneigten, später gebrochenen Flexur, zumal wenn man dabei die horizontale Lage der Kreideschichten im südlich folgenden Djedür (Nötling's Profil S. 3) berücksichtigt. Freilich eine einfache einseitige Senkung reicht doch nicht ohne die Annahme einer vorangegangenen Aufwölbung durch seitlichen Druck von S her zur Erklärung aus.

<sup>1)</sup> Der Jura am Hermon. S. 3.

Die Linie der größten Störung, die wir mit Diener als Hermonlinie (*q* unserer Karte) bezeichnen wollen, ist nach Nötling's schematischem Profil nicht unmittelbar von dem Aufbruch der Juraschichten begleitet, sondern zwischen dem Kasr Antar und Medjdel esch-Schems gelegen und trennt die Hauptmasse des Hermon von einer bereits SO fallenden Scholle von turonem(?) Kreidekalk, an welche sich erst weiterhin die zerstückelten Juraschichten anschließen.

Diese erste Scholle von Oberer Kreide (Rudistenkalk) setzt sich vermutlich gegen Bâniâs nach SW fort und dürfte hier wohl dem entsprechen, was Diener auch hier im S des Hermon irrümlich(?) als Arâjakalkstein und zugleich als direkte Fortsetzung der Scholle im W von Hasbeja ansah. Dieser Kalkstein soll sich dort mit einer mässigen steilen Flexur unter 30—35° gegen S neigen. Das von Diener<sup>1)</sup> betonte Auftreten der Trigoniensandsteine im Wâdi el-Asal läßt sich leicht als Aufbruch unter der Decke des Rudistenkalks an einer Stelle stärkerer Wölbung damit in Zusammenhang bringen.

Ob hier unsere Hermonlinie *q*, wie mir es am wahrscheinlichsten dünkt, mit der oben besprochenen S-N gerichteten Hasbejalinie, der mutmaßlichen Fortsetzung der östlichen Jordanspalte, in spitzem Winkel zusammentrifft, oder vorher ein Auskeilen des Sprungs und gar, wie es Diener zeichnet, eine allmähliche Umbiegung des Streichens der Schichten stattfindet, das bedarf noch der näheren Untersuchung. Zwischen den südöstlich folgenden Parallelbrüchen zu dieser Linie der größten Störung ist nun Oberer Jura (Oxford) eingeklemmt, über dessen Verbreitung wir Nötling ein Spezialkärtchen verdanken. Die Verwerfungen sind z. Tl. durch Basaltausbrüche gekennzeichnet. Diese kartographische Darstellung steht leider mit den Bemerkungen Diener's über das Vorkommen des Jura in einem gewissen Widerspruch, den ich nicht zu lösen vermag.<sup>2)</sup> Auch die Existenz einer einzigen ununterbrochenen Hauptbruchlinie, die bei Konjah «anfangs auf eine kurze Strecke der Jordanspalte parallel läuft, dann aber in ziemlich stumpfem Winkel nach NO abschwengt» und an der nach Diener's Karte der ganze Aufbruch des Jura sich vollziehen soll, wird durch Nötling's Karte nicht bestätigt. Vielmehr ist der Verlauf der Längsspalten hier durch mehrere Querspalten nicht unbeträchtlich beeinflusst. Hoffentlich wird die bevorstehende Veröffentlichung von Nötling's geologischer Beschreibung des Djôlân mehr Klarheit in diese verwickelten tektonischen Verhältnisse im S des Hermon bringen.

In einer Beziehung nur stimmen beide Gewährsmänner vollkommen überein, in der Behauptung, daß das Einfallen der Schichten wie des ganzen Gebirgsabhangs im SO steiler ist als im NW bei Hasbeja und Raschaja gegen das Wâdi Hasbâni.

<sup>1)</sup> A. a. O. S. 276, Anmerkung.

<sup>2)</sup> So heißt es bei Diener S. 275: «Man sieht zuerst von 'Ain Konja her den braunen Jura in steiler Schichtenstellung an den Arâjakalksteinen von Bâniâs vorbei nach der Ortschaft Dschubâta hinziehen.» Auf Nötling's Kärtchen, das doch das ganze Vorkommen des Jura am Hermon erschöpfend behandeln will, ist keiner der genannten Orte mehr vorhanden.



*b) Die Ketten des Antilibanon.*

Im NO des Hermon findet nun die sogenannte Virgation, die fächerförmige Auflösung des Gebirges in zahlreiche Züge statt. Betrachten wir diese letzteren genau, so stellen sie sich im Grunde als flache Antiklinalen mit beiderseits gleichmäßigem oder nach SO etwas steilerem Einfallen heraus. Wir wollen dieselben in der Reihenfolge von NO nach SW an der Hand von Diener's Darstellung durchnehmen.

Die erste Antiklinale (welche sich in Diener's Übersicht der verschiedenen Glieder des Antilibanon, S. 308, aus den drei ersten Schollen zusammensetzt) gipfelt in der unmittelbar vom Nordhang des Hermon auslaufenden Kette des Djebel Zebdâni, den die Damaskusstrasse überschreitet. Diener's Profil<sup>1)</sup> entlang der letzteren zeigt uns, daß von dem Scheitel dieser «flachen Antiklinale» an nach W zu die Kreideschichten konstant ein WNWliches Einfallen bis zur Ebene der Bekâ'a bewahren, wenn sie auch von 2 Verwerfungen<sup>2)</sup> durchzogen sind. Der ursprüngliche W-Flügel dieser Antiklinale wäre hier demnach 15 km breit; der Ostflügel hingegen endet schon bei 3 km an der Linie von Sörraja (*r*), einer Muldenspalte, die als solche auch durch eine ganze Reihe basaltischer Ausbruchsstellen charakterisiert wird.

Der folgende «Rücken von Chàn Meithlûn (Diener's «Scholle IV») bildet abermals eine sehr flache Antiklinale». Sie wird bald im O von einer bedeutsamen Gebirgsstörung abgeschnitten, der Linie des Chàn Meithlûn (*s*).

Die beiden bisherigen flachen Antiklinalen erkennen wir auch weiter nordöstlich im Querprofil von Ba'albek nach Saidnâja, nur daß hier der westliche Sattel sich verschmälert hat, der östliche hingegen, der hier den Hauptkamm des Antilibanon trägt, zu größerer Breite angeschwollen ist, indem die Linie von Chàn Meithlûn (*s*) nach Diener auffallend nach O abgewichen ist. Auch an genannter Bruchlinie (*s*), gegen welche die Schichten von beiden Seiten konvergieren, ist wie Diener<sup>3)</sup> aus Burton's Reisebericht nachwies, an zwei Stellen Basalt emporgedrungen.

Die westlich folgende Antiklinale, ein flach aufgetriebenes Gewölbe, tritt deutlich in Diener's «Fig. 10 Profil durch den centralen Antilibanon» hervor. Diese Antiklinale ist von einer ganz beträchtlichen Breite und teilweise wie die erste von 2 Längsbrüchen (*t* u. *u*) durchzogen. Ihr gehören die westliche Randkante des Antilibanon-Hauptrückens («Scholle V» bei Diener) sowie die Stufe von 'Asal el-Ward und das Plateau der Sahrat Dîmàs zum größten Teil («Scholle VI») an. Der Scheitel dieser Antiklinale, welcher in deren nördlichem Teil die höchste Erhebung des ganzen eigentlichen Antilibanonsystems, vom Her-

<sup>1)</sup> A. a. O. Fig. 2.

<sup>2)</sup> Der Störung von Hasbeja-ed-Djedeide (*a*) und der von Medjdel Andjar (*i*).

<sup>3)</sup> A. a. O. S. 304.

mon abgesehen, trägt, hält sich ziemlich nahe an die nordwestliche Grenzspalte von Chàn Meithlûn und nimmt etwa die Mitte eines Streifens zwischen dieser und einem ihr parallelen Aufrifs (*t*) ein, der den ganzen Sattel der Länge nach von Sûk Wâdi Barada über den Djebel Bisân, Kasr Nemrud, Etfêl, 'Asâl el-Ward, Drêdjir zu durchziehen scheint<sup>1)</sup> und im SO sich mit der Linie von Dîmâs (*u*) schart. Letztere nimmt dann bei Dîmâs an der Damaskusstrasse den Charakter einer Sattelspalte an, den sie vermutlich bis zu ihrem Beginn an der großen Störung von Chàn Meithlûn (*s*) beibehält. An den Bruch von Sûk Wâdi Barada (*t*) schließt sich im SO eine ausgedehnte flache Tafel, die im SW noch durch die Störung (*u*) von Dîmâs und 'Ain Fîdje<sup>2)</sup> in zwei Schollen, den Djebel Bisân und die Sahrat Dîmâs gegliedert erscheint. In letzteren beiden zeigen die Schichten<sup>2)</sup> mehr oder weniger ausgesprochene Neigung gegen SO<sup>3)</sup>, während in der nordöstlichen Fortsetzung der nördlichen Scholle des Djebel Bisân, der einförmigen Stufe von 'Asâl el-Ward allmählich horizontale Lagerung eintritt, zuweilen sogar in der Sahel el-Wata flaches Westfallen vorkommt.

Es folgt nun noch eine letzte Muldenspalte, die Störungslinie von Hâme (*v*), wo die letzte Antiklinale (aus Diener's VII.<sup>4)</sup> und VIII. Scholle bestehend) ihren Anfang nimmt. In diesem, am meisten gegen die Damaskus-senke vorgeschobenen Wall hat ein so starkes Umbiegen und Knickung der Schichten im Scheitel stattgefunden, wie wir das bisher an keiner Stelle des Anti-libanon wahrnehmen konnten, es sei denn im Hermon, wenn wir denselben nämlich als gebrochene Flexur oder Sattel auffassen. Eine reine Flexur im vollen Sinne des Wortes ist jener letzte Aufsenwall nicht. Dazu müßten die Schichten im N flach liegen, was keineswegs der Fall ist. Der NW-Flügel zeigt im Gegenteil ein Einfallen unter 25—30° nach NW. Es hat hier also nicht bloß ein einseitiges plötzliches Absinken an einer Linie, sondern auch ein Zusammenpressen durch seitlichen Druck vielleicht von N her, demnach eine «Rückfaltung» im Sinne von Suess stattgefunden.

<sup>1)</sup> Die Verbindung der Bruchlinie bei 'Asâl el-Ward mit derjenigen von Sûk Wâdi Barada erscheint mir wenigstens nach den orographischen Verhältnissen natürlicher als mit der von el-Fîdje und Dîmâs, wie das Diener auf S. 306 u. 309 annimmt. Den merkwürdigen, dort beschriebenen Verlauf der letzteren, das plötzliche Umbiegen von Halbûn nach N über Arani, Kasr Nemrud kann ich weder mit der Verteilung der Formationen auf Diener's geolog. Karte, noch mit dem Oberflächenrelief, wie es Diener in seiner Spezialkarte des östlichen Mittelsyrien (Mitt. d. k. k. geogr. Ges. Wien XXIX 1888) selbst zeichnet, in irgend welchen Einklang bringen. Übrigens hat Diener die fragliche Gegend zwischen Halbûn, Telfita und Arani nach seinen eigenen Mitteilungen persönlich gar nicht betreten.

<sup>2)</sup> Vergl. Diener, Fig. 10.

<sup>3)</sup> Das in Diener's Profil von der Ghûtha nach Menin S. 305, Fig. 11 eingezeichnete NW-Fallen der «Wüstenkalksteine» im N der Bruchlinie von Hâme ist wohl auf ein Versehen des Zeichners zurückzuführen, da dasselbe dem begleitenden Text geradezu widerspricht.

<sup>4)</sup> Warum Diener die siebente Scholle die Stufe von Saidnâja nennt, ist mir unerfindlich. Saidnâja liegt nach seiner Beschreibung der Hâmelinie S. 509 und seiner Karte noch auf der VI. Scholle nördlich von der Hâmelinie.

Der Südflügel fällt beinahe senkrecht zur Tiefe ab. Diese sogenannte «stehende Flexur» ( $x$  unserer Karte) soll im O an dem Südfuße des Djebel 'Abû' l'Ata in eine offene Bruchlinie übergehen.

Der Nordflügel der Antiklinale ist seiner ganzen Länge nach von einer Verwerfung durchzogen, der Spalte von Dummar ( $w$ ). Der nördlich von derselben gelegene Streifen bildet im O, wo er bedeutend an Breite gewinnt, selbst eine eigene (Tochter-) Antiklinale, den Djebel el-Gharbi.<sup>1)</sup>

Zu den beiden so im O aus der einen zerrissenen Antiklinale hervorgegangenen palmyrenischen Ketten des Djebel el-Gharbi und el-Wustâni tritt noch im SO der Djebel esch-Scherki als eine selbstständige Antiklinale hinzu, eine SW-NO-Kette, die an Höhe und Länge ihre westlichen Nachbarn noch übertrifft.

### *c) Weitere Schlusfolgerungen.*

Aus dieser Beschreibung der Struktur des Antilibanon ergibt sich Folgendes.

Der im SW gelegene Knotenpunkt des ganzen Gebirgssystems, der Hermon, ist hervorgegangen aus einer schief aufgerichteten Antiklinale, deren Steilseite nicht dem syrischen Graben, sondern der Senke von Damaskus zugekehrt war. Sie zerbarst in zahlreiche Schollen, die im NW langsamer an Spalten von geringer Sprunghöhe terrassenartig absanken, während gegen SO an der Sattelspalte ein bedeutender Abrutsch des SO-Flügels unter steilem Einfallen der Schichten und starker Zertrümmerung stattfand.

Vom Hermon strahlen 4 Antiklinalen aus, die in ihrem NO-Verlauf an Breite zunehmen und zugleich immer mehr sich verflachen, bis sie als Antiklinalen kaum mehr kenntlich sich in der Palmyrenischen Wüste verlieren. Ohne Ausnahme ist zwischen sämtlichen Antiklinalen jedesmal die Muldentiefenlinie aufgesprungen, so daß erstere stets durch eine Verwerfung getrennt erscheinen, während in den gewölbten Teilen nicht immer ein Aufriss stattfand. Auf mehreren dieser Muldenspalten sind junge Eruptivmassen emporgedrungen.

Die drei westlichen Antiklinalen zeigen zusammen einen vollständig symmetrischen Aufbau. Die mittlere derselben, also die zweite, kann als die Achse des Gebirges bezeichnet werden. Sie besteht aus den relativ ältesten Sedimenten, dem cenoman-turonen Libanonkalkstein, während im W und O jüngere Kreide- und Eocängesteine vorherrschen oder allein vorhanden sind. Sie charakterisiert sich durch ein gleichmäßiges Abfallen auf beiden Seiten und gleiche Breite der beiden Flügel. Die sie umgebenden Muldenspalten ( $r$  und  $s$ ) sind beide durch Basalteruptionen ausgezeichnet. Die beiden sich daran anschließenden Antiklinalen im NW und SO sind in sich unsymmetrisch aufgebaut, sie verhalten sich aber zueinander wie Spiegelbilder. Ihre höchste Aufwölbung ist der Mittelachse

<sup>1)</sup> Vergl. das Querprofil bei Nebek bei Diener Fig. 12.

genähert, d. h. der an die Achsenantiklinale anstoßende innere Flügel ist in beiden seitlichen Antiklinalen nur schmal und ungebrochen, der äußere ist breit und senkt sich in durchschnittlich drei Stufen ab, die durch zwei Verwerfungen getrennt sind. Schon dieser symmetrische Aufbau des größten Teils des eigentlichen Antilibanon beweist, meiner Ansicht nach, die Unmöglichkeit der Diener'schen Hypothese einer einzigen großen beulenförmigen Wölbung, die den Libanon und Antilibanon zusammen umfaßt habe. Die wirkliche Beschaffenheit des Westabfalls des Antilibanon, die Erhaltung des Westflügels der mittleren Antiklinale, das Vorhandensein einer ganzen Antiklinale noch auf dem sanften Westabfall mit relativ breitem Westflügel, ferner auch die Beobachtung, daß gerade die Scheitel der Sättel, wenn diese nicht zu schief oder flexurenartig werden, höchst selten geborsten sind: Alles dies verträgt sich nicht mit der aus jener Hypothese gezogenen Folgerung, daß der Einbruch der Bekà'a an Stelle der höchsten Aufwölbung, im Scheitel eines großen Sattels erfolgt sei.

Die vierte Antiklinale, welche unmittelbar an die Ghûthaschenke stößt, hat in ihrem Bau große Ähnlichkeit mit dem Hermon in Nötling's Auffassung. Nur sind hier die Schichten an der flexurartigen Umbeugung nicht zerrissen, wie am Hermon. Dieser Fall tritt erst wieder, wie Diener gezeigt, im östlichen Teil am Djebel 'Abû' l'Atâ ein. An der Entstehung auch dieser letzten Antiklinale haben, meiner Ansicht nach, fast ebensosehr tangential wirkende Kräfte, welche zusammenschoben und dadurch hoben, als radiale Kräfte, die Senkung veranlaßten, Anteil. Letztere allein hätten nur die Flexur zu Wege bringen können, schwerlich aber zugleich das unleugbare Abfallen der Schichten auch auf der anderen Seite. Diese, so ungewöhnlich schiefe Antiklinale ist ein typisches Beispiel für «Rückfaltung», es fand eine Überschiebung von dem Gebirge gegen das Senkungsfeld, von der Höhe gegen die Tiefe statt. Die Erscheinung erinnert gewissermaßen an die Art der Absenkung in der nördlichen und nordöstlichen Umgebung der Adria. Auch da verzeichnet Suess<sup>1)</sup> an den «periadriatischen Linien» nicht nur Absenkung, sondern auch ein Herübertreten des höheren über den gesenkten Gebirgsteil. «Vertikale und horizontale Bewegung ist eingetreten, und zugleich scheinen alle Umstände die Anschauung zu bestärken, daß die vertikale Bewegung eine tieferliegende, die horizontale eine mehr oberflächliche ist.»

## 5. Die Tertiärbildungen in Mittelsyrien.

### a) *Das Pliocän.*

Daß eine horizontale Bewegung, welche Hebung zur Folge hatte, in der ganzen Antilibanongegend in noch junger Zeit stattgefunden habe, das hat ja auch Diener, um das Vorkommen der mediterranen Pliocänablagerung von el-Forklus in der palmyrenischen Wüste in einer Meereshöhe von 650 m zu erklären, zugegeben.

<sup>1)</sup> Antlitz der Erde I, S. 351.



Die Bedingungen zur Entstehung dieser Ablagerungen wurden, wie ich an anderer Stelle<sup>1)</sup> wahrscheinlich gemacht habe, gegeben durch Einsturz der Senke am (südlichen) Nahr el-Kebîr zwischen Libanon und dem nördlich folgenden Djebel el- 'Ansêrîje zur Mittelpliocänzeit, so daß das Mittelmeer durch die Lücke nach O bis an jene Stelle vordringen konnte. Damals existierte die Bekâ'a als solche noch nicht, sonst hätte das Meer auch hier Einzug halten müssen. Auch die von Fraas bei Zahle am Rande der Bekâ'a gefundenen pliocänen Süßwasscrablagerungen können nicht als Beweis für die Existenz einer dortigen, der heutigen ähnlichen Thalebene zwischen einem Libanon- und einem Antilibanongebirge während der Pliocänzeit herangezogen werden. Sie kommen in gleicher Ausbildung auf den höheren Plateaus im Antilibanon vor,<sup>2)</sup> der zur Zeit ihrer Ablagerung noch nicht als Gebirge ausgebildet war.

Im S und N jener pliocänen Meeresbucht zwischen Mittel- und Nordsyrien befand sich vermutlich je ein einfaches niedriges Plateau, dessen Grenzen im W gegen das Meer vielleicht in Mittelsyrien noch über die heutige Küstenlinie hinausgingen, während in Nordsyrien, Palästina und Ägypten das Meer Teile des heutigen Landes bedeckte.

#### b) *Das Miocän.*

Verschiedene Umstände deuten darauf hin, daß sich schon früher in der Nähe der Nahr el-Kebîr-Senke am nördlichen Libanon ebenso wie im W des mittleren Libanon eine Meeresküste befand. Die obermiocänen Ablagerungen des Djebel Terbol bei Tarâbulus: Grobkalke mit Austern und Clypeastriden und Konglomerate, ferner die gleichaltrigen, vorwiegend aus Riffkorallen bestehenden Grobkalke am Dimitriberge in Beirût<sup>3)</sup> können nur in unmittelbarer Nähe einer, womöglich steilen Küste gebildet sein. Die Schichten sind beiderorts in ihrer Lagerung unregelmäßig. Die Streichrichtung wechselt mehrfach. Das Einfallen ist zuwcilen steil. Die Aufrichtung dieser Schichten hängt mit der Hebung des Libanon zusammen. Die ganze Verbreitung jener Ablagerungen nur nahe der Küste, der geringe Zusammenhang mit den im O steil sich erhebenden Kreidefelsen läßt indes vermuten, daß damals der Anfang der Bewegungen, welche den Libanon betrafen, schon verstrichen war, eine teilweise Emporhebung des Landes in dieser Gegend schon mit dem Obermiocän stattgefunden hatte.

#### c) *Das Eocän.*

Die Miocänbildungen von Tarâbulus sollen nach Diener auf eocänen Nummulitenkalken aufruhen, die sich hier in einem Streifen an den W-Fuß des eigentlichen Libanon anlegen. Auch ich habe an der Mündung des Nahr el-Barid

1) Das marine Pliocän in Syrien. Sitzb. d. phys. med. Societät in Erlangen, 24. Heft, 1892.

2) Über diese und andere Süßwasscrablagerungen Syriens werde ich mich in einer besondern Arbeit demnächst ausführlicher verbreiten.

3) Vergl. Profil V auf Taf. II.

wenigstens Gerölle von Nummulitenkalk, die von daher stammen, gesammelt.<sup>1)</sup> Aufser an dieser Stelle hat Diener am Libanon nur noch bei Zahle am O-Fufse und dann im südlichen Libanon Vorkommnisse von Eocän verzeichnet. In den höheren Regionen der mittleren und nördlichen Teile des Gebirges scheinen in der That senone Bildungen die jüngsten Meeressedimente zu repräsentiren, nach deren Absatz ein dauernder Rückzug des Meeres erfolgte, während auf der anderen Seite der Antilibanon sich sogar vorwiegend aus eocänen Ablagerungen, und zwar aus schichtungslosen Korallenkalken aufbaut. In dem nördlichen Teil der Bekâ'a und auf dem nordöstlichen Ausläufer des Libanon, dem Djebel Akkum, scheint das Eocän durch versteinerungsleere Kalkkonglomerate vertreten zu sein. Diese würden ebenso wie die Anwesenheit von Korallenriffen, wie Diener hervorhebt, auf die Nähe einer alten Strandküste hinweisen und die Annahme nicht unwahrscheinlich machen, dafs speziell der Libanon größten Theils schon zur Eocänzeit als noch nicht zerrissenes Plateau aus dem Meere emporragte und dafs sich an diese Insel im W, N, O und S die Eocängelände anlagerten. Während der späteren Transgressionen im Miocän und Pliocän bewahrte die eigentliche Libanonmasse diese Rolle als Festlandserhebung, rings grofsenteils von Depressionen umgeben.

#### 6. Das Durchbruchsthal des Leontes.

Im S mochte jene Gebirgsmasse etwa mit 33° 40' n. Br. ihr Ende gefunden haben. Was südlich hiervon gelegen ist, besitzt nicht nur eine geringere durchschnittliche Höhe, sondern auch, wie ein Blick auf Diener's geologische Karte lehrt, einen in mehrfacher Hinsicht abweichenden, geognostischen Bau. Das älteste Gebirgsglied, der Jurakalk tritt nicht mehr zu Tage, der Trigoniensandstein zeigt geringere und ganz andersartige Verbreitung als im N. Dann tritt uns am Nahr ez-Zaherâni und el-Kâsimîje auch wieder Eocän entgegen, das sicher einst mit dem gleichen auf der Scholle des Dahar el-Litâni zusammenhing.

Durch diese, noch aus der Eocänepoche herrührende Depression im S ist, meiner Ansicht nach, schon in der späteren Tertiärzeit das Binnenland im SO des Libanon entwässert worden. Als dann eine Hebung des Landes an dieser Stelle erfolgte, gegen Ende des Tertiärs im Beginn des Diluviums, also gerade während einer, wie bekannt, besonders niederschlagsreichen Zeitperiode, da waren die betreffenden Flufswasser im Stande, ihr ursprüngliches Bett zu behaupten, obwohl der Kamm des Gebirges vor ihnen in die Höhe stieg. So erklärt sich auf ganz ungezwungene Weise das so schwierig scheinende Rätsel des Durchbruchsthal's des Leontes oder Nahr el-Kâsimîje, des einzigen Flusses in ganz Syrien, der den Wall der Küstengebirge vollständig durchschnitten hat.

<sup>1)</sup> Auf meiner «geol. Kartenskizze von Nordsyrien» in meinen «Grundzügen der Geologie und physik. Geographie von Nordsyrien» ist das Eocän bei Tarâbulus leider vergessen worden.

## 7. Die Ablenkung der syrischen Spalten.

Die Präexistenz eines derartigen, von SW nach NO sich erstreckenden Hochplateaus wird auch bei der später erfolgten Zerreiſung des Zusammenhangs der Schichten durch das syrische Spaltensystem von Einfluß gewesen sein auf die Richtung der neuen Strukturlinien im westlichen Mittelsyrien, speziell der Küste und der Bekâ'a. Diese Depressionen zu beiden Seiten im OSO und WNW, sowie die übrigen Strukturlinien behielten dann die ihnen aufgezwungene Richtung so lange bei, als das alte sie beeinflussende Massiv des Libanon anhielt, d. h. bis an die nördliche Grenze Mittelsyriens, die Senke am Nahr el-Kebîr, und kehrten dann wieder in ihre alte meridionale Richtung zurück.

Das eigenartige Bestreben der planetarischen Oberfläche, wenn sie einmal die Neigung hat, andauernd in bestimmter Richtung zu spalten, dann auch nach wiederholter Ablenkung diese Richtung wieder zur Geltung kommen zu lassen, bestätigt sich nach Suess' <sup>1)</sup> übersichtlicher Beschreibung auch an den «Brüchen des östlichen Afrika», auf die z. B. die Masse des abessynischen Hochlands ablenkend gewirkt hat. Die Ursachen der Ablenkung gerade in Mittelsyrien haben Diener wie Suess meines Erachtens verkannt. Wären sie in den taurischen Bögen im N zu suchen, so beständen sie in noch erhöhtem Mafse für Nordsyrien fort, und müßte dort noch größere Ablenkung sich zeigen. Es ist das Gegenteil der Fall: Die alte meridionale Richtung tritt gerade dort wieder in typischer Weise hervor. Dies beweist, daß die Ursachen der Ablenkung in Mittelsyrien selbst liegen. Nach unserer Deutung bestehen sie einerseits in der Entstehung der großen vulkanerfüllten Senke im O, andererseits in dem einstigen Vorhandensein einer relativ hohen plateauartigen Festlandserhebung an Stelle des mittleren und nördlichen Libanon, die im W von einer der heutigen annähernd parallelen Küste begrenzt war.

## C. Nordsyrien.

### 1. Übergang der Struktur Mittelsyriens in die Nordsyriens.

#### a. Die östliche Wüstenregion.

Nach Diener <sup>2)</sup> «bricht der Libanon im N vor dem Djebel el-'Ansêrijeh, der Antilibanon vor dem Plateau der Schûmerijeh in die Tiefe».

Ich muß bekennen, daß es mir nie recht klar geworden ist, was dieses Abbrechen einer Gebirgsmasse vor einer anderen ebenso alten, d. h. aus denselben Sedimenten zusammengesetzten, in diesem besonderen Falle sogar relativ jüngeren für eine Ursache haben soll. Diener hielt Mittelsyrien und Nordsyrien hinsichtlich ihrer Struktur für zwei verschiedene Regionen. In dem Mafse, wie es Diener sich denkt, ist das jedenfalls nicht der Fall.

<sup>1)</sup> Denkschr. d. k. Ak. d. Wiss. Wien 1892.

<sup>2)</sup> Libanon, S. 85.

Betrachten wir zunächst den O. Wir sahen die Antiklinalen des Antilibanon gegen N immer mehr sich verflachen. Die fächerförmig divergierenden Strukturlinien verlieren sich allmählich, die Höcnzüge treten immer weniger aus der Umgebung hervor und verschwinden in der einförmigen palmyrenischen Wüste außer einem einzigen im O, dem Djebel er-Ruwâk. Dieser soll nach Diener im NO von Palmyra als Djebel Mezâr Mohammed ibn Ali endigen an der aus horizontal gelagerten Sedimenten bestehenden Tafelmasse des Djebel Bil'âs. Bis zu dieser «Scharung» selbst ist Diener nicht vorgedrungen, und leider haben wir überhaupt über diese palmyrenische Wüste und die noch trostlosere Region der syrischen Wüste zwischen Palmyra und dem Euphrat nur die allernotdürftigste Kunde, der über Verlauf und Beschaffenheit der dortigen niedrigen Gebirgszüge nichts Zuverlässiges zu entnehmen ist. Aber auf manchen älteren Karten sowohl, als auf der neuesten von Dr. Moritz<sup>1)</sup> findet man weiterhin in der gleichen SW—NO-Richtung und in der Verlängerung des Djebel er-Rûwâk oder Haijân einen Höhenzug unter dem Namen Djebel Bischari oder el-Beschri verzeichnet, der bei Halebje und den Ruinen von Zenobia den Euphrat erreicht und sich noch weiter als Djebel 'Abd il-'azîz in Mesopotamien verfolgen läßt. Späteren Reisenden wird es vorbehalten sein, die Frage bezüglich der wirklichen NO-Enden der palmyrenischen Ketten entscheidend zu beantworten.

Im W der palmyrenischen Wüste besteht kein irgend bemerkenswerter Gegensatz zwischen dem nach Diener äußersten NO-Vorsprung des Antilibanon, dem Djebel Sûwân Diener's und der Tafel des Schômerije im N. Der eigentliche Antilibanon endigt schon mit der Antiklinale der Halîmet Kârâ an der StraÙe Homs-Damascus und zwar, wie es scheint, mit allseitigem Schichtenabfall so, wie es am Ausgchen eines Sattels die Regel ist. Was östlich von genannter StraÙe liegt, ist einförmiges flaches Plateau, das im N ohne irgend welche Grenze in das ebenso niedrige des Schômerije übergeht.

#### *b. Übergang in den Küstengebirgen.*

Anders verhält sich der Uebergang aus Mittel- in Nordsyrien im Küstengebirge. Ich habe indes bereits früher<sup>2)</sup> gezeigt, daß der hier wahrzunehmende Gegensatz nicht größer ist wie derjenige zwischen Mittel- und Südsyrien, daß das Nusairiergebirge in vieler Beziehung ähnlich gebaut ist wie das Westjordanland, und daß nur der Libanon zwischen beiden ein abweichend sich verhaltendes Glied der Küstengebirge darstellt, nach dessen Passirung die Strukturlinien zu ihrer früheren Gewohnheit zurückkehren.

Der Libanon hat SSW—NNO-Streichen, der Djebel el-'Ansêrîje aber hat SN-Streichen und ist von Sprüngen in derselben Richtung durchzogen. Aber schon

1) Zur antiken Topographie der Palmyrene, Abh. d. k. pr. Ak. d. Wiss. Berlin 1889.

2) Grundzüge der Geologie und physik. Geogr. v. Nordsyrien 1891, S. 4.



in den äußersten NO-Ausläufern des Libanon sieht man die nordsyrische Richtung zur Geltung kommen im Lauf der Höhenzüge und der südlichen Zuflüsse des (südlichen) Nahr el-kebîr, vielleicht sogar auch im Lauf des Nahr el-'Asî von Ribla an.

*c. Durchbruch der syrischen Strukturlinien durch die Basaltmasse am (südlichen) Nahr el-kebîr.*

Das schon im Libanon beginnende System von meridionalen Strukturlinien trifft nun im N des Libanon auf die von einer ausgedehnten Basaltmasse erfüllte Senke am Nahr el-kebîr, und jetzt tritt der bemerkenswerte Fall ein, daß das System dadurch fast gar nicht beeinträchtigt wird, wenigstens nicht in der Richtung, sondern zum Teil durch die Basaltmasse hindurchsetzt und dann im N derselben wieder zur vollsten Wirkung kommt.

Da, wo der südliche Hauptquellfluß des erwähnten Nahr el-kebîr mit den von N kommenden Quellen sich vereinigt, zeigt sich im unmittelbaren Anschluß an das Libanonende am Südrand der großen Basaltmasse ein grabenartiger Einschnitt innerhalb derselben, vermutlich eingefasst von zwei meridionalen Verwerfungen: die Thalebene Bukeî'a. Im N verschließt ein südnördlich gerichteter Basaltrücken, der Dahar Hadhûr die Bukeî'a. Aber zwei Täler zu seinen beiden Seiten im O und W mit Zuflüssen des Nahr el-kebîr, die sich noch eine Strecke aufwärts ziehen, bezeichnen die Verlängerung der beiden vermuteten Randbrüche des Grabens.

Ganz denselben Fall des teilweisen Abschlusses eines Grabens durch ein keilförmiges Gebirgsstück im N und der Divergenz der beiden bisherigen Randspalten begegnen wir weiter nördlich noch zweimal in der Abgrenzung des Thalzuges er-Rûdj vom Ghâb und in der weiten Verzweigung des letzteren im N des Sumpfes Bal'a.

Nördlich vom Dahar Hadhûr, neben dem die SN-Linien mit den erwähnten basaltumgebenen Thälern sich zu verlieren scheinen, tritt dann unmittelbar hinter dem Nordrand der großen Basaltmasse von Homs bei Baijadije und Masjâd wieder die meridionale Richtung der Gebirgsstruktur in dem steilen Ostabfall des Djebel el-'Ansêrîje augenfällig hervor. Dieser Gebirgsabfall ist von hier einen ganzen Breitengrad hindurch bis zum 36° n. Br. deutlich zu verfolgen, namentlich wo er zugleich das Orontesthal, das dort sogenannte Ghâb im W begrenzt.

Eine zweite meridionale Störungslinie im O, welche wie in Süd- und Mittelsyrien zusammen mit der westlichen das grabenförmige Einsinken eines Landstreifens bedingte, erkennen wir erst wieder in einiger Entfernung von der großen Basaltmasse nach Überschreitung des Orontes, der sich bei Kal'at Sêdjer westlich zum Nusairier-Gebirge gewandt hat, bei Seklebîje und Kal'at el-Mdik (Apamea). So hat also doch die Basaltmasse von Homs der Zerreißung des

von ihr eingenommenen Teils der Erdoberfläche in SN-Richtung ein gewisses Hemmnis bereitet. Kein Thal durchzieht dieselbe vollständig vom Süd- bis zum Nordrand und der Orontes, der von Ribla bis zum See von Homs vielleicht noch einer Spalte folgte, war von da ab genötigt, sie in weitem Bogen nach O ganz zu umfließen.

## 2. Der Djebel el-'Ansêrîje oder das Nusairiergebirge.

Die geognostische Beschaffenheit und Struktur des Djebel el-'Ansêrîje ist noch relativ am wenigsten unter den syrischen Gebirgen bekannt. Ich selbst habe nur den äußersten S, den westlichen Fuß und die nördlichen Regionen besucht. Durchquerungen des Gebirges, auch in seinen mittleren Teilen, bleiben zur Vervollständigung der geologischen Kenntnisse noch übrig. Indes dürften die Hauptzüge der geologischen Beschaffenheit feststehen.

### a. Umfang und allgemeine Beschaffenheit des Gebirges.

Von Bânîâs an verengt sich das eigentliche Nusairiergebirge, indem der westliche Abfall desselben von hier an von der Meeresküste zurücktritt, und zuerst eine schmale von Quartärbildungen bedeckte Küstenebene, vom Nahr er-Rûz an ein größeres hügeliges Vorland, das zur Pliocänzeit noch vom Meere bedeckt war, sich vorlegt. Der Gebirgsfuß verläuft von Bânîâs in ziemlich genau nördlicher Richtung bis etwa zum Stromgebiet des (nördlichen) Nahr el-kebîr unter  $35^{\circ} 33'$ , worauf er auf dessen linkem Ufer sich nach NNO wendet bis zur Vereinigung genannten Flusses mit seinem Nebenfluß Nahr ez-zarka oder Nahr el-'uwenât (auf Hartmann's<sup>1)</sup> Karte). Von da<sup>2)</sup> an folgt die Grenze des Nusairiergebirges im engeren geologischen Sinne dem hier nordsüdgerichteten Lauf des Nahr el-kebîr aufwärts, dessen Thal bis  $35^{\circ} 48'$  n. Br. die Grenze des Djebel el-'Ansêrîje gegen das Gebirgssystem des Casius Mons bezeichnet. Weiter nördlich am Nahr el-abjad, einem Zufluß des Orontes, geht das Schollengebirge in das nördlich angrenzende von Miocänschichten bedeckte Plateau el-Kusêr über.

Der Djebel el-'Ansêrîje ist ein Schollengebirge wie der Libanon und das Westjordanland, im allgemeinen mit steilerem Abfall nach O als nach W. Letztere Erscheinung hat, ganz wie bei jenen Gebirgen, ihren Grund einesteils darin, daß der Westhang als Regenseite mehr der Denudation ausgesetzt ist, dann aber auch in dem Umstand, daß der östliche Rand durch eine in ihrem Verlauf regelmässige Verwerfung von größerer Sprunghöhe, beziehungsweise durch ein ganzes Bündel von Verwerfungen ausgezeichnet ist. Im nördlichsten Teil an dem Karawanen-

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. Deutsch. Paläst. Ver. 1892. XIV, Heft 4.

<sup>2)</sup> In dem auf meiner geognostischen Kartenskizze von Nordsyrien gegebenen «Querprofil durch das nordsyrische Küstengebirge» tritt dieser Gegensatz zwischen dem niedrigen breiten, zum Teil pliocänbedeckten Hügelland und dem höheren schmalen Gebirge im O deutlich hervor. Die Grenze zwischen beiden Teilen am Chân Brumâha in der Nähe jenes Zusammenflusses wird noch durch das hier zuerst als Bedeckung anstehend beobachtete Eocän auffallend.

wege von Ladjîje nach Djisr esch-Schughr, wo ich selbst das Gebirge überschritt, liegen übrigens — wenn man, wie oben gesagt, den Westanfang am (nördlichen) Nahr el-kebîr bei Chân Brumâha ansetzt — die höchsten Teile des Gebirges mit der Pafshöhe nicht in der östlichen, sondern in der westlicheren Hälfte.<sup>1)</sup>

*b. Struktur des nördlichen Nusairiergebirges.*

Die Verwerfungen, welche man auf diesem Gebirgswege kreuzt, haben merkwürdigerweise alle bis auf die dem eigentlichen Ostrand angehörigen mehr oder weniger ein Streichen nach NW oder NNW. Es mag diese Erscheinung ihre lokalen Ursachen haben und sich eben auf den nördlichsten Teil des Nusairiergebirges beschränken, der eine Verbindung mit dem nordwestwärts gelegenen Casius anstrebt. Mit den Verwerfungen nehmen zugleich die Bergzüge vielfach, so in der Nähe des Passes bei Kastal Bigdâsch, eine Streichrichtung nach NW an, wie das deutlich besonders die Höhenkurven auf Hartmann's neuer «Karte des Liwa el-Ladjîje» erkennen lassen. So umgeben die Nusairierberge im Bogen das Becken des mittleren Teils des Nahr el-kebîr, das im W von südlichen Ausläufern des Casius oder Djebel el-Akra' vom Meere abgesperrt wird. Zur Mittelpliocänzeit war dies Becken samt der Gegend von Ladjîje von Meeresfluten bedeckt, die bis an den W-Fuß des eigentlichen Nusairiergebirges am Dorfe 'Awenât reichten. Das Einsinken dieses Beckens zwischen Casius und Nusairiergebirge, das jene Transgression des Meeres erst ermöglichte, ließe sich wohl mit den im NO der Bucht beobachteten Verwerfungen in eine Beziehung bringen. Letztere sind vielleicht periphere Randbrüche. Jedenfalls aber haben diese Spalten ebenso wie die Bildung des Plioänbeckens ihren wenn auch mittelbaren Zusammenhang mit der geologischen Geschichte des benachbarten Casius. Denn auch im letzteren treten Sprünge mit SO-NW-Streichen unbedingt vorherrschend auf. Wenn auch das allgemeine Streichen des Casiuszuges nicht dieser Richtung folgt, so sind diese Spalten doch von wesentlichem Einfluß auf die ganzen Umrisse dieses Gebirges. Ich werde darauf noch einmal bei Besprechung des Casius selbst zurückkommen. Hier sei nur soviel gesagt, daß jenes Spaltensystem an den Nordrändern des Casius zweifellos postmioänen Alters ist und dem Eindringen des Mittelplioänmeeres zwischen Casius und Amanus unmittelbar vorausging.

Wir kehren zum Nusairiergebirge zurück. Die bedeutendste der SO-NW-Verwerfungen im nördlichen Djebel el-'Ansêrije liegt östlich von der Pafshöhe zwischen ihr und dem Orte Bedâma<sup>2)</sup> und trennt einen höheren, wildzerklüfteten, von tiefen Erosionsrinnen durchzogenen, westlichen Gebirgstail von einem tieferen, mehr plateauartigen, östlichen mit sanfteren Formen.<sup>3)</sup> Auf der

<sup>1)</sup> Vergl. mein Querprofil auf d. geol. Kartenskizze v. Nordsyrien a. a. O.

<sup>2)</sup> = Dâmat meiner «Karte von Nordsyrien».

<sup>3)</sup> Vgl. mein Querprofil a. a. O.

Höhe des Passes schreitet man noch über horizontale Mergelkalkschichten des Senons mit zahlreichen Knollen und Lagen von Feuerstein. Beim Hinabsteigen gegen O biegen sich die Schichten schnell um bis zu einem Einfallen mit  $40^\circ$  nach ONO. Der O-Fuß des überschrittenen Bergrückens bezeichnet nun die Lage der Verwerfung. Plötzlich an einer graden Linie (in hora 10) sind die Senonschichten abgeschnitten, und auf der folgenden tiefer gelegenen Hochebene erscheinen echte Nummulitenkalke, in deren gleich Burgruinen aufragenden Felsen die merkwürdigen Totenkammern der Stätte Ruweise el-Hersch eingehöhlt sind. Es ist eine nicht unbeträchtliche Stufe, welche durch jene Verwerfung geschaffen ist, an der im O eine bedeutende Absenkung, verbunden mit Schleppung der Schichten, stattfand.

### 3. Das Ghâb bei Djisir esch-Schughr.

Auffallender freilich ist die Stufe des letzten Hauptabfalls am eigentlichen O-Rand des Gebirges. Plötzlich und ohne Vermittelung sieht sich der von W kommende Wanderer am Rande eines Plateaus und schaut tief unter sich die langgestreckte geradlinige Thalebene des Ghâb, über der sich jenseits, in ähnlicher Weise wie das Hochplateau im O des Jordanthals, mauergleich ein neuer Gebirgszug, der Djebel el-A'lâ, erhebt.

Über Kreidekalk mit vereinzelt Feuersteinknollen schreitet man die steile Böschung hinab.

Die zuerst horizontale Lagerung geht bald in ein Einfallen nach W über, das zunimmt bis zu einem Winkel von  $45^\circ$ . Dann treten plötzlich an der

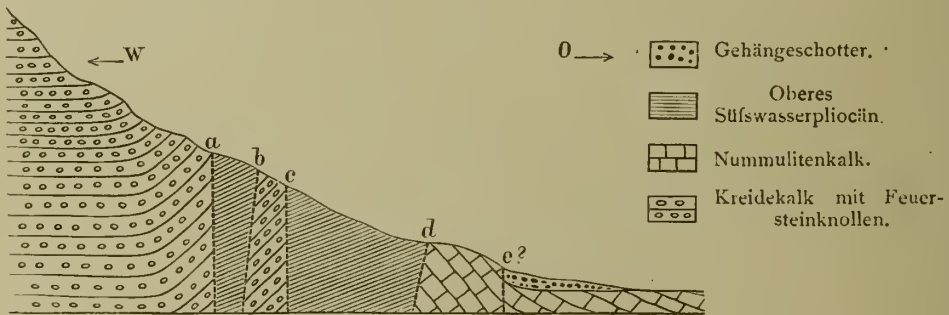


Fig. 2.

Verwerfung *a* Neogenschichten, weiße dünschiefrige Kalkmergel, auf, die in hora 2 streichen und mit  $30^\circ$  gegen W fallen. Hinter einer zweiten Verwerfung *b* folgt wieder ein Streifen feuersteinführenden kieseligen Kreidekalks, der wie vorher mit  $45^\circ$  gegen W einschiefst und an einer Kluft *c* endigt, wo von neuem sich dünschiefrige weiche weiße Kalkmergel und helle erdige Mergel mit weißen Löfskindel-artigen Konkretionen einstellen. Nach einer vierten Verwerfung *d* in hora 1 folgt milchweißer Eocänkalk mit spärlichen kleinen *Nummuliten* und *Lithothamnien*, der in hora 1 streichend mit  $30-60^\circ$  gegen O fällt. Am Fusse



des Abhangs bricht plötzlich auch dieses Gestein ab, und an seine Stelle treten quartäre Schottermassen, unter denen erst nach einiger Zeit wieder der Eoeänkalk zu Tage tritt.

600 Schritt südlich von diesem am Wege Ladjê-Djîr esch-Schughr aufgenommenen Profil bietet ein Querthälehen einen trefflichen tiefen Einschnitt (Fig. 3), an dem die nach unten konvergirenden Verwerfungen *c* und *d* und die zwischen ihnen eingesunkene Tertiärscholle, hier etwas schmaler als im obigen Querprofil, ausgezeichnet aufgeschlossen sind. In den Neogenschiechten gelang es mir trotz eifrigen Suchens nicht, organische Reste zu entdecken. Aber die Ähnlichkeit des Gesteins mit gewissen oberen Lagen des unmittelbar neben Djîr esch-Schughr dem Eoeän diskordant aufliegenden, in den tieferen

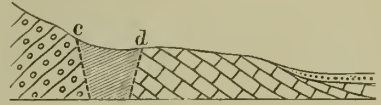


Fig. 3.

Lagen petrefaktenreichen Süßwasserpliocäns ist so groß, daß ich nicht anstehe, auch obigen Schichten dieselbe Entstehungsweise, dasselbe Alter zuzuschreiben.

Auch bei genanntem Djîr sind diese Pliocänbildungen in ihrer Lagerung unregelmäßig, sie fallen dort bald (am linken Orontesufer) unregelmäßig mit  $15^{\circ}$  gegen SO ein, bald liegen sie unweit davon (auf dem rechten Ufer) wieder horizontal. Sie sind also auch inmitten des Thals von späteren Störungen betroffen. Oberhalb Djîr nehmen sie den Boden der ganzen Thalebene des Ghâb ein, wo nicht gerade das Eoeän unter ihnen entblößt ist, oder sie selbst von jüngerem Basalt bedeckt sind. Bei Kal'at el-Mdik wurden sie auch auf der Hoehfläche des östlichen Gebirges beobachtet.

Die zahlreichen Fossilien, welche sie bei Djîr esch-Schughr einschließen, verglichen mit denen der jetzigen Süßwasserfauna Syriens, weisen, wie ich an anderer Stelle ausführlich darlegen werde, mit größter Wahrscheinlichkeit auf ein oberpliocänes Alter hin, nicht auf ein mittelplicänes der levantinischen Stufe, wie Suess<sup>1)</sup> meine früheren Ausführungen irrtümlich ausgelegt hat.

Gesetzt, daß meine Auffassung des Alters der Tertiärschichten am Bergabhang im W von Djîr esch-Schughr und in diesem Orte selbst die richtige ist, so geht aus den Lagerungsverhältnissen mit zwingender Notwendigkeit hervor, daß jene Spalten im W, zwischen denen das Tertiär einsank, und ebenso die Randspalte im O des Ghâb erst nach Ablagerung des Oberpliocäns aufrissen. Die beiden gegebenen Querprofile, auf deren zweimalige sorgfältige Untersuchung auf meiner Hin- und Rückreise ich zusammen einen ganzen Tag verwandte, lassen nicht die von Diener in seinem Referat<sup>2)</sup> über meine «Grundzüge der Geologie von Nordsyrien» geäußerte Vermutung zu, daß Pliocänbildungen dort einfach durch Transgression in jene Höhen vorgedrungen und

<sup>1)</sup> Die Brüche des östlichen Afrika, S. 21.

<sup>2)</sup> Petermann's Mitth. 1892. Litb. No. 234.

in die geschilderte, ungewöhnliche Lage gekommen seien, ohne daß nachträgliche Dislokation erfolgte.

Es kommt noch hinzu, daß diese Dislokationen, speziell die am Ostrande des Ghâb mit dem Empordringen von Basalt in jedenfalls zeitlichem Zusammenhang stehen. Im O von Djisr esch-Schughr wurde bei dem Dorfe Mischlamûm am Fuße des östlichen Djebel el-A'lâ gerade an der Stelle der zweifellos hier vorhandenen Randspalte ein Basalthügel beobachtet, dessen Masse offenbar zusammen mit der Basaltdecke im W über dem Pliocän ursprünglich einem Erguß angehörte, wie sie auch noch jetzt damit in ununterbrochenem Zusammenhang steht. Der Basalt kam also aus der Randspalte, natürlich nachdem sie aufgerissen. Wäre dieses Ereignis vor der Ablagerung des Süßwasserplicäns erfolgt, so müßte der Basalt nicht die Decke, sondern die Unterlage jener Sedimente bei Djisr esch-Schughr bilden.

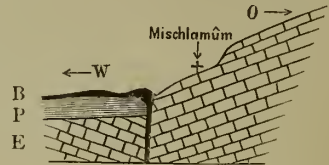


Fig. 4.

E = Eocän, P = Pliocän, B = Basalt.

#### 4. Schlusfolgerungen.

An das von mir auf meiner geognostischen Kartenskizze von Nordsyrien (a. a. O.) in Farben gegebene «Querprofil durch das mittlere Orontesthal» bei Djisr esch-Schughr, von dem ich die wesentlichsten Stücke in obigen drei Textabbildungen (Fig. 2—4) in vergrößerter Darstellung wiedergegeben, lassen sich noch Betrachtungen anderer Art über die Entstehung des Ghâb wie des Nusairiergebirges anknüpfen.

Das Orontesthal scheint, wenigstens in unmittelbarer Nähe von Djisr esch-Schughr, auf einer geborstenen Mulde zu liegen. Die Eocänschichten, welche beiderseits den Fuß der Gehänge bilden, fallen steil konvergierend gegen das Thal<sup>1)</sup>. Auch das Empordringen des Basalts bei Mischlamûm spricht dafür, daß speziell die östliche Randspalte eine Muldenspalte ist. Im W folgen, wie unsere Fig. 2 zeigt, im Anschluss an die Mulde innerhalb des Westabhangs die Trümmer einer ursprünglichen Antiklinale. Denn westlich von der Eocänscholle am Fuße (zwischen *e* und der Sattelspalte *d*) an fallen sämtliche Schichten steil nach dem Gebirge zu ein, bis nahe der Höhe des Absturzes wieder horizontale Lagerung sich bemerkbar macht. So entspricht die Thalebene selbst dem zwischen einer Mulden- und Sattelspalte eingesunkenen Mittelschenkel, dem Westflügel der Mulde beziehungsweise Ostflügel des Sattels. Es wird das bestätigt durch das Verhalten der entblößten Eocänpartie in der Mitte des Thals, auf der das Städtchen Djisr esch-Schughr teilweise erbaut ist. Hier findet ein Einfallen mit  $15^{\circ}$  in hora  $9\frac{1}{2}$  nach SO statt.

<sup>1)</sup> Vergl. die drei letzten Textabbildungen.

Außer dem am tiefsten eingesunkenen Mittelschenkel ist zugleich auch ein Teil des westlichen Sattelflügels abgesunken. Er bildet die mittleren Schollen des Gehänges im W von Djisir.

Weiterhin beweist die Altersverschiedenheit der Schichten des Eocängebirges im O und des im wesentlichen aus Kreide bestehenden Nusairiergebirges, daß auch der ganze Ostflügel der Mulde um ein gewisses Maß gesunken ist. So erhalten wir folgendes Schema:

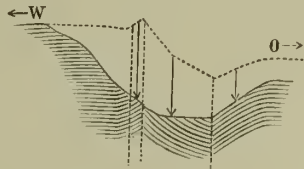


Fig. 5.

Dasselbe entspricht ganz demjenigen vom Wâdi el-'Araba auf Taf. II Profil I—IV, besonders IV, nur daß das Verhältnis dort umgekehrt ist. Was dort im W geschehen ist, geschah hier im O. Längs des ganzen Wâdi el-'Araba, des Toten Meeres und Jordanthals liegen die älteren Schichten im östlichen Gebirge und jüngere setzen das Küstengebirge zusammen. Letzteres stellt somit in Südsyrien<sup>1)</sup> den gesunkenen Teil der an der Krümmung einfach oder mehrfach gebrochenen großen Flexur dar. In Mittelsyrien, wo so Vieles in der Struktur des Gebirges sich ändert, tritt ein Wechsel im Verhältnis des Ostens zum Westen ein. Zunächst im S erscheinen Hermon und der südliche Libanon im Ganzen aus den gleichen Schichten gebildet und zwischen ihnen befindet sich eine breite regelrechte Mulde am Jordanquellgebiet noch erhalten. Diese symmetrischen Verhältnisse bilden das vermittelnde Zwischenglied zwischen S und N, den festen Hebelpunkt in der Schaukelbewegung, die längs der meridionalen syrischen Mittellinie sich vollzog. Von nun an macht sich die entgegengesetzte Bewegung geltend, eine vorherrschende Senkung im O. Zu den Seiten der Bekâ'a ist das Küstengebirge aus älteren, der Antilibanon im O aus jüngeren Schichten aufgebaut, und so bleibt es auch in Nordsyrien. Der Djebel el-'Ansêrije ist von der erfolgten Einsenkung weniger betroffen als das östliche Gebirge. Er entspricht am ehesten noch dem Begriff eines Horstes, ebenso wie der Libanon und das Plateau des Ostjordanlandes nebst den Gebirgen Moab und Edom. Für die gegenüberliegenden Plateaus und Gebirge Syriens ist die Bezeichnung Horst unpassend und zu verwerfen. Es giebt in Syrien keine

<sup>1)</sup> Mit Ausschluss des Golfs von Akaba, der im größten Teil seiner Ausdehnung einen typischen Graben repräsentiert.

sogenannten «Zwillingshorste» im Sinne Diener's, die zu einander symmetrisch sich verhaltend den Flügeln einer einzigen großen im Scheitel geborstenen und eingestürzten Antiklinale oder «beulenförmigen Wölbung» entsprächen.

##### 5. Die Virgation der Spalten im O von Djisr esch-Schughr.

Noch etwas oberhalb Djisr esch-Schughr zweigt sich von dem Ghâb-Graben seitlich in NNO-Richtung ein zweiter großer, durch Brüche bedingter Graben ab, der in sich selbst wieder mehrfach verzweigte Thalzug er-Rûdj. Er wiederholt im kleinen das Bild der ganzen syrischen Meridionalpalte und verhält sich als sekundäre Spalte zur syrischen Hauptspalte wie letztere zum noch größeren primären Graben des Roten Meeres. Die letzten erkennbaren Ausläufer dieses seitlichen Spaltensystems endigen im Thal des 'Afrîn, nahe am S-Rand des Kurdengebirges.

Diese Virgation im O Nordsyriens kann man wohl mit mehr Berechtigung als diejenige der palmyrenischen Ketten nach Suess' Vorgang mit dem Widerstand der zur Zeit des Aufreißens der Spalten schon existierenden Gebirgszüge im N in ursächlichen Zusammenhang bringen.<sup>1)</sup> Das im syrischen Tafelland von S nach N sich geltend machende «Bestreben der Erdrinde zur Deformation» wäre nach Suess gehemmt worden an dem taurischen Grenzbogen. Mit den durch Torsion hervorgerufenen Sprungbüscheln, welche Daubrée durch schraubenförmige Drchung von Glastafeln erzeugte, ersche ich indes auch hier keine rechte Analogie.

Das Auseinandertreten der Spalten zeigt uns zugleich, daß die Bewegungen der Erdrinde, deren Wirkungen uns im Ghôr, in der Bekâ'a und im Ghâb in so charakteristischer Gestalt entgegentreten, nördlich von 34° 30' n. Br. nicht mehr wie im S auf einen relativ schmalen Erdstreifen ihre Kräfte konzentrierten, dieselben vielmehr in seitlichen Abzweigungen in anderer Richtung zersplitterten. So erklärt es sich, daß in dem mittleren Orontesthal von Djisr esch-Schughr an das Maf's der Einsenkung eines mittleren Landstreifens nach N mehr und mehr abnimmt. Die Thalebene erhöht sich. In Folge dessen schneidet die Erosionsrinne des nach N fließenden Flusses tiefer ein und bildet ein förmliches Cañon in der Thalebene. Weiter nördlich scheint zugleich der Höhenunterschied zwischen der eingesunkenen Thalebene und den sie umgebenden Tafelländern im O und W, also die Höhe der Hauptsprünge, allmählich abzunehmen, bis der Orontes etwa unter 36° 12' n. Br. in die Niederung el-'Amk eintritt.

<sup>1)</sup> wenn man nicht außerdem auch hier einem Senkungsfeld im Innern, der geognostisch noch nicht untersuchten, großen, basaltbedeckten syrischen Wüste im O von Ma'arrat en No'man und in der Umgebung des Sumpfes el-Matn einen gewissen ähnlichen, wenn auch schwächeren Einfluss auf die Art der Zerreißen der Erdoberfläche in der Nähe zuschreibt wie der Damascene.



## 6. Alter des syrischen meridionalen Bruchsystems.

Dafs die Gebirgsbewegungen in der Mittellinie Syriens, wenn sie auch auf so weite Erstreckung hin in ihrem Austrage sich etwas verschieden verhalten, doch einheitlich waren und innerhalb einer, im geologischen Sinne kurzen Zeitperiode erfolgten, wird kaum bezweifelt werden.

Meine Beobachtungen in Nordsyrien an den Rändern des Ghâb legen für jene Bewegungen als untere Zeitgrenze das Ende des Pliocäns fest und dieser Zeitbestimmung widerspricht keine Beobachtung im übrigen Syrien.

## 7. Ältere (pliocäne) Vorgänge an der Küste Nordsyriens.

Anders wie mit der Bildung des großen Thalzugs verhält es sich freilich z. Tl. mit der Entstehung der Strukturverhältnisse an der Küste, wie wir schon am nördlichen Libanon Gelegenheit hatten wahrzunehmen. Das gilt insbesondere vom nördlichen Teil des Nusairiergebirges. Die Störungen auf der Westseite sind hier möglicherweise älteren Datums als diejenigen am Ostrand. Denn sie haben das Aussehen von peripherischen Verwerfungen in Folge Einsinkens des (nördlichen) Nahr el-Kebîr-Beckens vor oder am Anfang der Mittelpliocänperiode; jedenfalls sind sie mit diesem Ereignis in Verbindung zu bringen. Auch am mittleren und südlichen Nusairiergebirge dürfte die Westküste schon im Mittelpliocän einen, dem heutigen wenigstens ähnlichen oder parallelen Verlauf gehabt haben und seitdem erst wieder aufgestiegen sein. Marine Mittelpliocänschichten treten an mehreren Stellen nahe der Küste, so bei Baniâs, auf.<sup>1)</sup>

Wie ferner die Quersenke am südlichen Nahr el-Kebîr schon zur Pliocänzeit bestand und dem Meere den Einlaß in die palmyrenische Wüste bis el-Forklus gewährte, so auch im N das untere Orontesthal zwischen Casius und Amanus. Beide Durchbrüche durch das Küstengebirge in das Innere Syriens haben auch das Gemeinsame, dafs sie schon zur Pliocänzeit wieder teilweise durch mächtige Ergüsse von Eruptivmassen versperrt wurden.

Im S an der Grenze von Mittel- und Nordsyrien türmten sich echte Basaltströme zu gewaltigen Massen auf und bewirkten ein für alle Mal eine Absperrung des früher meerbedeckten Innern von der Küste durch Bildung einer Wasserscheide im W von Homs. Die in dieser Bucht einst abgesetzten Pliocänsedimente wurden durch die mächtige Decke dem Auge vollständig entzogen, wenn sie sich nicht noch an den Rändern im W werden nachweisen lassen.

Im N am jetzigen Unterlauf des Orontes legte sich ebenfalls eine Lavadecke über das marine Pliocän, aber sie war nicht stark genug, um nicht an

<sup>1)</sup> Die noch in Neumayr's «Erdgeschichte» II, 1887, S. 537 ausgesprochene Ansicht, dafs das mittelpliocäne Mittelmeer die Küste von Syrien nicht erreicht habe, ist jetzt nach stattgehabter Untersuchung der letzteren nicht mehr haltbar.

dieser Stelle durch den dort wasserreicheren Orontes und seine nördlichen Nebenflüsse wieder durchschnitten zu werden.

So wurde dort auch in den Gehängen sämtlicher Flussthäler das außerordentlich petrefaktenreiche Pliocän bloßgelegt.



Fig. 6. Querschnitt durch ein rechtes Seitenthal des unteren Orontes, 8 km SW Antäkije.  
d = Diluvialkonglomerate. G = Gabbro. mp = Marines Mittelpliocän.

## D. Das nördlichste (taurisch-kleinasiatische) Syrien.

### I. Eruptivgesteine Syriens.

Gegensatz in dieser Beziehung zwischen der eigentlichen syrischen Tafel- und Schollenregion im S. und den Außenzügen des Taurussystems im N.

Das regelmäÙig deckenförmig ausgebreitete Eruptivgestein der Ebene von Antäkije zwischen Casius und Amanus ist nach der mikroskopischen Untersuchung des Herrn Dr. Pötz<sup>1</sup>, eines Schölers von mir, von ganz eigener Art. Es ist ein meist grobkörniger Diallagandesit oder besser Olivingabbro, der aus Diallag, z. Tl. auch Enstatit oder Bronzit, einem dem Anorthit nahestehenden Plagioklas und Olivin zusammengesetzt ist. Bergeat<sup>2</sup>) hat aus Cypern ganz ähnliche Gabbro- und Olivingabbro-Arten beschrieben, deren Eruption er ebenso wie die der übrigen dort beobachteten Diallag- oder Bastitgesteine (Diallagfels, Wehlrit und Serpentin) in die Neogenperiode, aber vor Ablagerung der oberen Pliocänschichten setzt.

Wie das untere Orontesthal und die es im N und S umgebenden, schon zur Pliozänzeit erhobenen Gebirge Casius und Amanus, zeichnet sich auch Cypern durch das Fehlen aller echt basaltischen Felsarten aus, während letztere südlich von dieser Region in Syrien das allein herrschende Eruptivgestein der Neogenperiode bilden. Dieser Gegensatz ist in der That beachtenswert und seine Bedeutung erhöht sich noch durch die Wahrnehmung, daß er auch auf ältere Perioden, das Eocän und die Kreide sich zu erstrecken scheint.

In die Zeit der relativ ältesten Kreideablagerungen in Palästina und Mittelsyrien fallen an vielen Orten Eruptionen basaltischer Gesteine<sup>3</sup>), die teils, wie im O des Toten Meeres<sup>4</sup>), ungestörten Kreidekalkschichten als Basis dienen,

<sup>1</sup>) Beitrag zur Kenntnis der basaltischen Gesteine Syriens. Inaug.-Diss. Erlangen (z. Z. noch (Manuskript).

<sup>2</sup>) Zur Geologie der massigen Gesteine der Insel Cypern. Inaug.-Diss. Wien 1892, S. 27.

<sup>3</sup>) Auf der hinten angefügten Karte Syriens sind die überall zerstreuten Vorkommnisse dieser älteren, kretaceischen Basaltgesteine nicht aufgetragen.

<sup>4</sup>) Lartet, Essai sur la géologie de la Palestine (Ann. des sc. géol. I, 1869) S. 79.

teils stockförmig den Cenomansandstein durchbrachen und lagerförmig sich dessen Schichten einschalteten. Es sind das die sogenannten Mimosite Lartet's oder Basaltite Möhl's, so genannt zur Unterscheidung vom eigentlichen Basalt, dessen Eruptionen man früher allgemein auf die Tertiär- und Quartärzeit beschränkt wissen wollte. Sie sollen auch petrographisch, so heisst es in den bisherigen Beschreibungen, eine Zwischenstellung zwischen Melaphyren und Basalten einnehmen, von denen sie äusserlich nicht zu unterscheiden sind, stehen aber jedenfalls den letzteren näher. Die kürzlich von Pötz vorgenommene mikroskopische Untersuchung zweier, aus dem mittleren Libanon entnommenen Gesteinsproben konnte nicht den geringsten Unterschied gegen echten Basalt erweisen.

Wandern wir vom Libanon nach N, so zeigen sich zuerst wieder in dem meist pliocänbedeckten Hügelland bei Ladkije auf den beiden Ufern des (nördlichen) Nahr el-kebîr die Kreideschichten von Eruptivgebilden durchbrochen, aber diese sind nicht mehr schwarz, sondern grünlich. Es sind Serpentine, die mehr oder weniger Bastit führen oder reine Bastitfelsgesteine, mutmaßlich hervorgegangen aus einer Umwandlung von Diallagfels oder Gesteinen mit rhombischem Pyroxen.

Vom Nahr el-kebîr an herrschen diese Gesteine durch das ganze Casius-, Amanus- und Kurdengebirge vor. Ihre Verbreitung ist auf dem beigefügten Kärtchen, wo sie zusammen mit dem jüngeren Gabbro von Antiochia als Grünsteine bezeichnet sind, soweit meine Beobachtungen reichen, angegeben und ihre Südgrenze durch eine punktirte Linie hervorgehoben. Sie sind, wie es scheint, zu verschiedenen Zeiten emporgedrungen. An den Nordabfällen des Casius, am unteren Orontes (linkes Ufer) liegen sie an der Basis der oberen Kreideschichten, scheinen aber doch erst in postkretaceischer Zeit gelegentlich der Emporhebung des Gebirges in diese Lage gekommen zu sein, zumal von diesem Grundgebirge aus Gänge und Stöcke desselben Gesteins in das Hangende abgehen<sup>1)</sup> und die Kalke hier am Kontakt metamorphosirt haben. Im Casius haben sie die Kreideschichten vielfach durchbrochen und dislocirt. Im Kurdengebirge werden sie theils von Eocän, das hier mit Grünsteinkonglomeraten beginnt, regelmäÙig bedeckt, theils haben sie auch diese Schichten durchbrochen. In Cypem haben sie nach Bergeat sogar zwischen miocänen Schichten sich als Lager ausgebreitet.

Das Resultat aus dem Angeführten ist Folgendes: Südlich einer Linie, die von der Bucht von Djebele nach NO zwischen dem Nusairiergebirge im engeren Sinne und dem Casius verläuft und sich nach Überschreitung des Nahr el-'Asî oder Orontes im 'Afrînthal aufwärts zieht, kennt man seit Beginn der Kreideperiode nur Augit-Plagioklas führende Eruptivgesteine, nördlich von dieser Linie herrschen Felsarten mit Diallag oder rhombischen Pyroxenen vor, und zwar in

---

<sup>1)</sup> Vgl. die unten folgende Figur 7.

den Küstengebirgen ausschließlich, während im Innern an der Niederung el-'Amk, im Karasuthal und im Kurdengebirge neben ihnen auch Dolcrite, bezw. grobkörnige Basaltarten vorkommen. Wir betreten also mit Überschreitung jener Grenzlinie ein Gebiet der Erdkruste, in dem in der Tiefe andere Bedingungen herrschten, als im übrigen Syrien. Wie das näher zusammenhängt, wird sich vielleicht ewig menschlicher Erkenntnis entziehen. Dem Geologen muß es vorläufig genügen, die Thatsachen zusammenzustellen und zu betonen.

## 2. Sonstige Gegensätze zwischen S und N.

Zu dem geschilderten Gegensatz zwischen jenen beiden Gebieten, der sich auf die Gesteine der Tiefe bezog, tritt nun der Gegensatz in den Oberflächenverhältnissen, in der Streichrichtung (alle nördlichen Gebirge streichen im allgemeinen von SO nach NW), der geognostischen Zusammensetzung und der inneren Struktur der Gebirge.

## 3. Der Casius Mons oder Djebel Akra'.

Der Casiuszug beginnt am Râs Ziaret mit den Hügeln der Stadt Ladkîje im NW des (nördlichen) Nahr el-Kebîr und zieht sich längs der Küste nach NNW zu seinem Gipfelpunkt Djebel Akra'. Von hier an verläuft der Kamm und die Wasserscheide, von mehreren Querspalten durchschnitten, unregelmäßig nach NO und am untern Nahr el-'Asî endigt das Gebirge mit steilem Abfall etwa an den Höhen im SO von Antâkîje, genannt Djebel Habîb en-Nedjâr, welche noch die Befestigungen des alten Antiochia tragen.<sup>1)</sup> An jene schließt sich im O das einförmige Miocänplateau Djebel el-Kusêr mit fast ungestörtem Schichtenaufbau, ein indifferentes Verbindungsglied zwischen dem wilden, unregelmäßig zerklüfteten Casiusgebirge und dem Horst des Nusairiergebirges mit regelmässiger Zerklüftung.

Die Geschichte des Casius ist verwickelter Natur. Wir sehen in ihm eine der ältesten Erhebungen Syriens, die wie der mittlere und nördliche Libanon schon aus dem Eocän-Meer als Insel aufragte, im N vermutlich in damals ununterbrochenem Zusammenhang mit dem Amanus. Geht schon aus der im nördlichen Nusairiergebirge unweit Bedâma beobachteten<sup>2)</sup> Diskordanz der Lagerung zwischen den obersten Kreideschichten und dem Nummulitenkalk hervor, daß hier wenigstens gegen Anfang des Eocäns eine Unterbrechung im Absatz der Sedimente statthatte, so bleiben im benachbarten Casius, am untern Orontesthal und im Amanus, soweit meine Beobachtungen reichen, Eocänschichten ganz aus.

Noch zur Miocänzeit hatte das Casiusmassiv einen bedeutenderen Umfang als heutzutage, sowohl nach W. als nach N. An diesen beiden Seiten ist

<sup>1)</sup> Vergl. weiter unten Fig. 7.

<sup>2)</sup> Blanckenhorn, Das Eocän in Syrien. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1890, S. 323.



sein heutiger Umriss durch jüngere (pliocäne) Einbrüche bestimmt. Im W bricht der Casius ebenso wie der Amanus jäh und unvermittelt zum Meere ab. Es sind hier die steilsten und unwirtlichsten Strecken der Küste Syriens. Manche Beobachtungen legen die Annahme einer ehemaligen Festlandsverbindung mit dem im geognostischen Bau dem Casius und Amanus so sehr ähnlichen cyprischen Eiland noch in relativ wenig zurückliegender Zeitperiode nahe.<sup>1)</sup>

Im N des Casius war wie gesagt auch anfangs eine direktere Verbindung mit dem Amanus vorhanden als heutzutage. Der auf dem nördlichen Ufer des unteren Orontes gelegene vorwiegend aus Kreidekalk bestehende Djebel Mâr Sim'ân stellt einen übrig gebliebenen Zeugen dieser einst breiteren Brücke dar, während zugleich vom westlichen Amanus her ein Ast als Djebel Mûsa (im engeren Sinne) nach S demselben entgegenstrebt. Das Becken zwischen Dj. Mâr Sim'ân und Antâkîje existierte zur Miocänzeit noch nicht. Von dem Meere der zweiten Mediterranstufe, das aus der Mesariaebene Cyperns nach O vordrang, wurde freilich die im Verhältnis zu den Hauptgebirgsmassen im N und S immerhin niedrige Brücke in breitem Strome überflutet. Das Meer bespülte die Gehänge des Casius und Amanus und bedeckte das östliche Plateau el-Kusêr vollständig.

Nehmen wir die Höhenlage der in ihrer Lagerung später nicht gestörten Obermiocänschichten des Djebel Kusêr (c. 500 m) als die normale an, bis zu welcher ursprünglich Ablagerung stattfand — abgesehen von der späteren allgemeinen Erhebung des Kontinents, die mit dem Fortschreiten nach dem Innern stetig zunimmt — so ergibt sich beim Vergleich mit den Miocängebilden am Casius (in höchstens 350 m) und Amanus (bis zu 870 m), daß die betreffenden Vorkommnisse am N-Abhang des Casius abgesunken, diejenigen im S des Amanus bedeutend gehoben worden sind. Der Casius, ursprünglich gleich dem Amanus als Parallelkette des Taurusgebirgssystems durch Auffaltung entstanden, brach später wie ein echtes Schollengebirge an seinen Rändern zusammen. «Es scheint, als habe sich» der Casius damals im Pliocän ganz wie das südliche Gebirge Cyperns «das Troodesmassiv<sup>2)</sup> als Horst dem von N wirkenden Druck entgegengestellt, welch letzterer dann» zugleich zur Aufrichtung der Nordkette und «zur Zertrümmerung» der Randzonen des Casius und Troodes «geführt hat». Diese Vorgänge vollzogen sich (wenigstens auf dem syrischen Festlande) während oder mit dem Ende der Continentalperiode des Unteren Pliocäns (der Pontischen oder Congerien-Stufe).

Das von neuem vordringende Meer der dritten Mediterranstufe oder des Mittelpliocäns fand bereits ein gänzlich verändertes Relief im N des Casius vor, ebenso wie in dessen S. Es erfüllte die entstandenen Senken und bespülte die frisch geschaffenen Steilabfälle.

1) Vergl. Unger und Kotschy, Die Insel Cypern 1865, S. 60.

2) Bergeat a. a. O. S. 49.

Ein solcher senkrechter Absturz war gegeben als NW Rand des heutigen Djebel Akra' im S der Niederung an der Orontesmündung bei el-Djillije<sup>1)</sup> An seinem Fusse zeigen sich die mittelpliocänen Küstenbildungen, während Miocänkalke hohe Terrassen einnehmen. Wir wollen diese Abbruchlinie im Folgenden mit dem Buchstaben  $\alpha$  bezeichnen.

Bei es-Sabûniye, wo der Orontes in die Küstenebene eintritt, trifft die SW—NO Spalte  $\alpha$  auf eine genau SO—NW streichende Verwerfung  $\beta$ , die das letzte Ende der Orontesschlucht bedingt und den Djebel Mâr Sim'ân im SW. begrenzt. An ihr ziehen sich Pliocänbildungen ein kleines Stück im Thal aufwärts, verschwinden aber dann, ein Zeichen, dafs dieses Thal weiter oberhalb erst später durch Erosion geschaffen wurde, und nur eine kurze Meeresbucht infolge der Verwerfung  $\beta$  vorhanden war. Verlängert man die Richtung dieser Orontesthalspalte nach beiden Seiten, so folgt sie im SO einem Seitenthal und trifft dann auf eine Reihe von 4 perlschnurartig aufeinanderfolgenden Kesselthälern, großen, abflußlosen Dolinen, welche den Kamm des Gebirges quer durchschneidet. Im NW fällt in die Verlängerung dieser Linie  $\beta$  zuerst die Grenze zwischen dem südlichen, miocänbedeckten, hügeligen Vorland des Djebel Mûsa und der Küstenebene, dann von Seleucia Pieria an, wo die Miocänfelsen steil abbrechen, der geradlinige Abfall des Amanusgebirges ins Meer. Die heutige in einem rechten Winkel zwischen Casius und Amanus einspringende Meeresbucht scheint somit an zwei sich kreuzenden Spalten ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) eingesunken zu sein.

Die Pliocänbildungen lassen sich nun weiter verfolgen zwischen dem Djebel Mûsa und Djebel Mâr Sim'ân, an dessen N Seite vielleicht ebenfalls Abbruch stattfand in der Verlängerung der Linie  $\alpha$  von el-Djillije. Im S des Djebel Mâr Sim'ân auf der linken Orontesseite fehlen pliocäne Meeresbildungen, während miocäne weit verbreitet sind. Im O ist der Djebel Mâr Sim'ân am Böjuk Karasu wieder durch eine deutliche SO—NW Verwerfung  $\gamma$  abgeschnitten, welche den Orontes unterhalb es-Sunneniye kreuzt. Zwischen ihr und der erwähnten Spalte  $\beta$  am Ausgang des Orontesthals ist die enge wilde Felsenschlucht, welche der untere Orontes sich später hier erodiert hat.

Von der Spalte von Sonneniye ( $\gamma$ ) an erweitert sich die Pliocänbucht in der folgenden Ebene im W von Antâkije. Der Orontes, der sich von jetzt an unmittelbar an den nördlichen plötzlichen Abbruch des Casius hält, bildet die Südgrenze der Ausdehnung der Pliocänablagerungen, wie der oben erwähnten Gabbrodecke über denselben. Nur bei Bêt el-Mâ greift die Grenze infolge rechtwinkligen Einspringens des Gebirgsabbruchs ( $\delta$ ) nach S über den Orontes hinaus.

Mit der Annäherung an die Niederung el-'Amk hinter Antâkije verflacht sich der Nordabfall ( $\epsilon$ ) des südlichen Gebirges allmählich. Zugleich nimmt das Gebirge selbst einen regelmäßigeren Plateaucharakter an. Störungen in der

<sup>1)</sup> Vergl. die Verwerfungslinie  $\alpha$  auf der beigef. Karte.

Lagerung der Miocänschichten, wie sie den eigentlichen Casius charakterisieren, beschränken sich jetzt nur mehr auf eine nördliche Zone, die schliesslich ganz

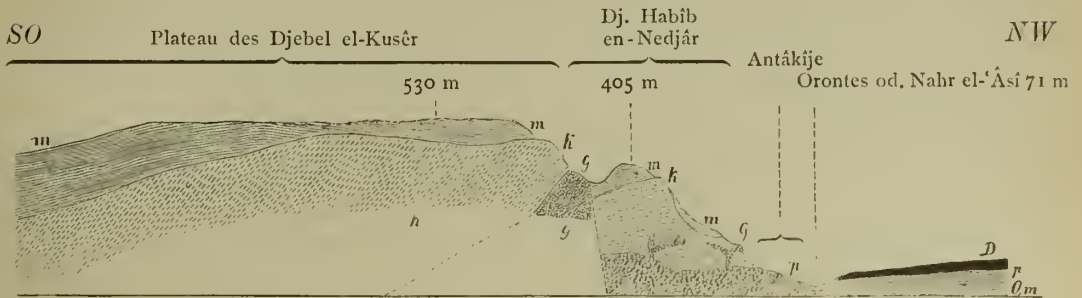


Fig. 7.

G = Serpentin. k = Oberer Kreidekalk. m = Obermiocän. p = Marines Mittelpliocän. D = Gabbro od. Diallagandesit.

verschwindet. Diese schmale casiummässige Zone zeigt sich z. B. in einem Profil von Antakije nach SO, welches zugleich einen unwiderleglichen Beweis liefert für das pliocäne Alter des Gebirgsabbruchs ( $\epsilon$ ), auf dem die Stadt Antakije selbst erbaut ist.

#### 4. Das Kurdengebirge.

Aus der Niederung el-'Amk erhebt sich in der Verlängerung der Casiuslinie das Kurdengebirge. Es beginnt zuerst mit einem welligen Hügellande und entwickelt sich erst allmählich zu einem immer mehr sich verbreiternden Kettengebirgssystem, das jenseits des Sabûn Su aus lauter SO—NW streichenden, von Flusstälern gleicher Richtung getrennten Bergrücken besteht. Die daselbst auftretenden Eocänschichten sind flach in SO—NW-Richtung gefaltet.

In dem geognostischen Aufbau weichen Casius- und Kurdengebirge nur in dem Vorkommen der Grünsteine von dem anderer syrischer Gebirge ab.

#### 5. Der Amanus Mons.

Anders verhält es sich mit dem zweiten grossen Parallelzug des Taurussystems, dem Amanus, in welchem noch paläozoische Sedimentbildungen zu den bisher genannten Felsarten hinzukommen. Diese sind bereits in älterer Zeit einer intensiven Faltung unterworfen gewesen. Später wurden hier auch die Miocänschichten am S-Rande des Amanus zu höherem Niveau emporgehoben. Das ganze Gebirge hat dabei eine bedeutendere Aufwölbung erfahren als der Casius.

Alle die zuletzt genannten Gebirge, Casius, Kurdengebirge und Amanus ragten, wenn auch nicht in ihrer heutigen Ausbildung und Höhe, während der Miocänperiode auf; denn nur an ihren Flanken oder ihrem Fusse haben sich die

Sedimente der zweiten Mediterranstufe niedergeschlagen. Auch diese wurden bei einer folgenden Phase der Faltung wenigstens am Rande des Amanus und Kurdengebirges<sup>1)</sup> noch aufgerichtet. Die folgenden Mittelpliocänschichten aber sind in ihrer horizontalen Lagerung nicht mehr gestört. Nur das Meer hat sich aus seinen damaligen Buchten zurückgezogen und der Kontinent ist im allgemeinen gestiegen. Eine faltende Bewegung scheint seitdem dort nicht mehr eingetreten zu sein.

#### 6. Die letzten Spuren des großen meridionalen, syrischen Bruchsystems zwischen den äußersten Parallelzügen des Taurus.

Mit dem Ende des Pliocäns traten, wie wir wissen, im Innern Syriens Bewegungen anderer Art ein, welchen die Schollengebirge des übrigen eigentlichen Syrien erst ihre Hauptausbildung verdankten. Es entsteht nun die Frage, ob und wie diese Bewegungen auch in dem nördlichen gefalteten Syrien sichtbar werden. Wir haben das meridionale Bruchsystem erst bis zur Niederung el-'Amk kennen gelernt. Es bleibt uns zum Schluss dieser Erörterungen noch übrig, dasselbe bis zu seinem definitiven Ende, bis auf seine letzten wahrnehmbaren Spuren hin zu verfolgen.

Die Niederung el-'Amk an dem Wendepunkt des Oronteslaufs zwischen dessen mittlerem und unterem Thal ist ein altes Meeres-, später Süßwasserbecken. Sie trennte schon im Miocän und Pliocän den Casius von seiner Fortsetzung, dem Kurdengebirge, als es noch kein Orontesthal gab. Hier existierte also bereits eine Depression, als die Spalten des Ghâb erst aufrissen, und eine damit verbundene weitere Vertiefung des Beckens, etwa durch Bildung einer grabenartigen Furche, fand kaum mehr statt. Nur das Auftreten einer warmen Schwefelquelle bei el-Hammâm (= Bad) und der Basalte am östlichen Rande der Niederung beweist, daß die Bewegung der Erdkruste auch hier noch nicht zur Ruhe gekommen ist. Schwefelthermen sind ein Charakteristikum des großen syrischen Thalzuges. Wir kennen sie vom Todten Meer und Jordanthal, ich fand eine solche noch unterhalb Djsr esch-Schughr direkt über der östlichen Grabenspalte. Die Basalte in der Nähe von Hammâm haben ein frisches Aussehen und im Gegensatz zu den meisten syrischen Vorkommnissen ist in ihnen der Olivin nur wenig zersetzt. Es dürfte ihnen daher wohl ein recht junges Alter zugeschrieben werden.

An die Niederung el-'Amk schließt sich im N ein breites Thal, das wie erstere bereits in der Tertiärzeit vorgebildet war. Aber auch hier treffen wir jüngere Ergüsse von Eruptivmassen. Es sind grobkörnige, doleritische Laven, reich an Blasen, welche an vielen Stellen die Niederung erfüllen. Der Name

<sup>1)</sup> Vergl. Blanckenhorn, Grundzüge d. Geologie Nordsyriens, S. 34, Fig. 9.



des Flusses Kara Su = Schwarzwasser scheint sich auf das Vorhandensein der vielen basaltischen Gerölle in seinem Bett zu beziehen. In petrographischer Beziehung haben diese Dolerite mit dem von Hammâm das Auftreten eines nephelinartigen Minerals gemein, das sonst in keinem Basaltgestein Nordsyriens wahrgenommen wurde.

Ganz anders beschaffen und durchweg stark verwittert ist das Gestein eines Basaltstromes, der von einem hervorragenden Eruptionspunkt auf dem östlichen Kardalar Dagħ sich abwärts bis in die Thalebene bei Gülköi Ismak ergossen hat, dann in dem flachen Thale selbst parallel, aber entgegen dem heutigen Stromlauf also scheinbar aufwärts geflossen ist<sup>1)</sup>. Er beweist, daß zu seiner Zeit wohl das Thal bestand, aber der Abfluß nach N stattfand.

Aus der Thalebene des Kara Su gelangt man nach NNO über eine niedrige Wasserscheide in die Thalebene des Itschere Su, der sich nordwärts wendet. Gerade auf dieser Thalwasserscheide zwischen Kara Su, beziehungsweise Orontes im S, und dem Itschere Su, beziehungsweise Djihân im N, sollen sich zahlreiche niedrige Hügel, zum Theil zu SN Ketten an einander gereiht, erheben. Die Annahme liegt nahe, daß diese aus denselben jungen, doleritischen Eruptivgesteinen bestehen, die wir von Sendjirli und Islahije, Hammâm etc. kennen. Dann dürfte der Eruption und Ausbreitung dieser Basalte erst die Teilung der Thalebene in zwei Stromgebiete, so wie sie sich heute darstellen, und der nach S gerichtete Lauf des Kara Su, jenem älteren Lavastrom entgegen, zugeschrieben werden.

So scheint also noch hier im N zwischen den Faltenzügen des Taurus eine gewisse Thätigkeit des Erdinnern mit der Entstehung des großartigen meridionalen Spaltensystems in zeitliche und wohl! ursächliche Beziehung gebracht werden zu können.

Weiter nördlich freilich dürften diese Wirkungen nicht gereicht haben und es wird vergeblich sein, denselben nachzuspüren, selbst wenn die Nachrichten über die geognostischen Verhältnisse der folgenden Züge des eigentlichen Taurus wie ein aufzuschlagendes Buch uns fertig vorlägen. Leider hat dieses Gebiet seit Ainsworth (1837) noch keines Geologen Fußes betreten.

Nur eins läßt sich noch hervorheben, daß der vom Roten Meer durch ganz Syrien verfolgte großartige Thalzug, der der Plastik des ganzen Landes einen so eigenartigen Charakter aufdrückt, mit dem Thal des Itschere Su noch nicht ganz sein Ende erreicht hat, sondern, allerdings mit einigen Unregelmäßigkeiten, sich noch weiter, womöglich bis zum Euphrat verfolgen läßt. Im Gegensatz zum süd-nördlichen Ghâb nahm indes schon die zwischen dem Amanus (Giauř Dagħ) und Kardalar Dagħ folgende Thalebene des Kara Su nord-nord-östlichen Verlauf. Ihre unmittelbare Fortsetzung war das Thal des Itschere Su, der sich

<sup>1)</sup> Vergl. die beig. Karte.

in den Giaur Göl ergießt, dessen Ausfluß dem Ak Su sich zuwendet, einem Zufluß des Djihân. Das Thal des oberen Ak Su oder auch das seines rechten Nebenflusses Erkenez Su im SW des Akhyr Dagħ kann nun als Fortsetzung des Thals zwischen Giaur Dagħ und Kurdengebirge aufgefaßt werden. Aber diese beiden Thäler wenden sich schon gegen NO; außerdem ist der sie im N begleitende Gebirgszug des Akhyr Dagħ im N von Mar 'asch gar nicht die Fortsetzung des Giaur Dagħ sondern eines westlicheren, im N des Djihân ansetzenden Bergrückens. Den Quellen des Ak Su liegt schließlich im NO ein wirklicher Gebirgsrücken, nicht mehr eine flache Wasserscheide, wie wir das im Thalzug innerhalb Syriens gewohnt sind, quer vor; es lohnt sich für uns hier kaum der Mühe, denselben noch zu überschreiten, um weiteren etwaigen Spuren des großen ostafrikanisch-syrischen Bruchsystems nachzugehen.

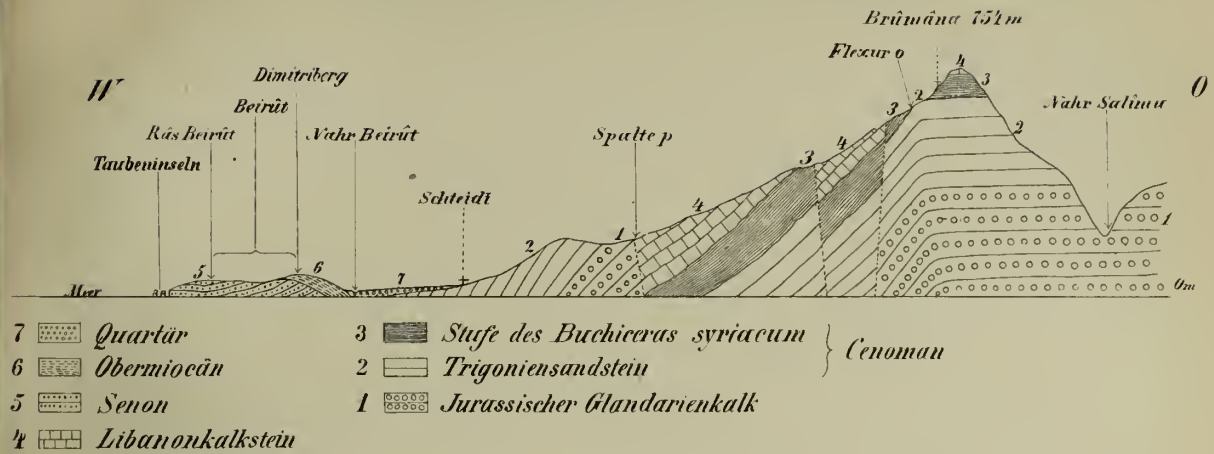
---



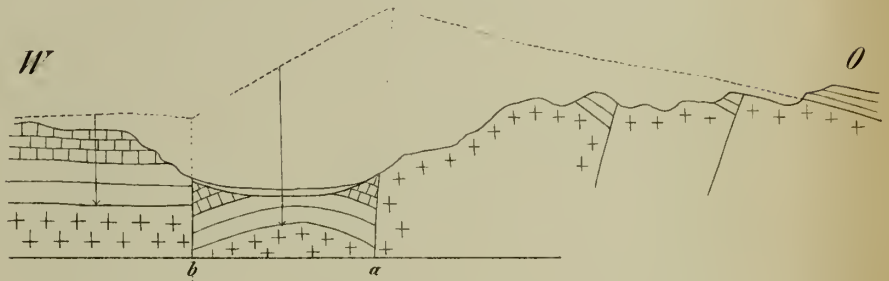




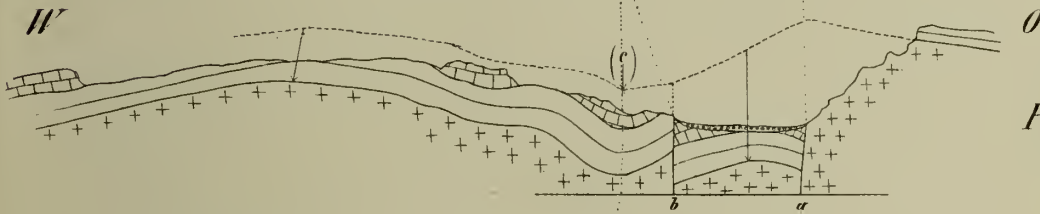
# Profil V von Beirût nach Brûmâna.



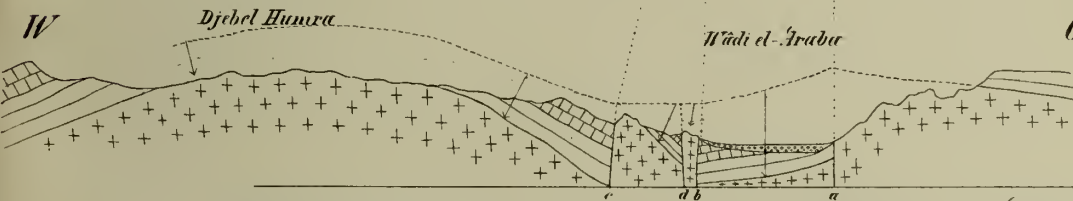
Profil IV



Profil III

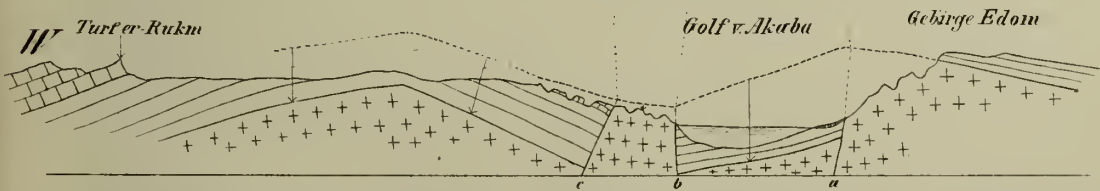


Profil II



Profile II-IV durch das südliche Wâdi el-Âraba

Profil I



Profil I durch den nördlichen Golf von Akaba vom Turf er-Rukm im Tih-plateau zu dem Gebirge Edom.

- Granit und Porphyr
- Nubischer Sandstein
- Kreidekalk
- Quartärbildungen
- Ideale Lage der Grenzfläche von Porphyr und nubischem Sandstein nach Biegung der Schichten vor dem Einsturz.
- ↓ Mass des erfolgten Einsturzes.



The  
Discovery of the Cape Verde Islands.

---

By

Henry Yule Oldham

M.A. F.R.G.S.

Manchester.

(Mit einer Karte.)







ATLANTIC ISLANDS. DOUBTFUL. There is something peculiarly interesting, not to say fascinating, in the geography of that portion of the Atlantic Ocean which lies off the north-west coast of Africa. Without referring to classical legends of lost continents, it is certain from the evidence of mediæval maps that this was the chosen spot for localising mythical lands. In charts of the fifteenth century, which in other respects display astonishing accuracy there are to be found in this region among others such islands as *Antilia*,<sup>1)</sup> with its seven cities, accompanied by *Saluaga* and *Tanmar*, *St. Brandan's Isles*, *Man*, and *Brazil*. Of these some may represent the uncertain records of forgotten explorers. Most soon disappeared from the map, though the island of Brazil is to be found even in charts of this century.

CERTAIN. Apart, however, from these somewhat mysterious islands, there are four great and well known groups — the Azores, Madeiras, Canaries and Cape Verde Isles. Of these the Canaries, or Fortunate Isles, have been known from the earliest days and are described in detail by Pliny.<sup>2)</sup> The Madeiras were known for probably as long, but at any rate both they and the Azores are to be found in maps of the 14<sup>th</sup> century, that is the century preceeding the one in which they were rediscovered by the Portuguese acting under Prince Henry's orders.<sup>3)</sup> But though the west coast of Africa probably as far as Sierra Leone, had been explored by the Carthaginian Hanno, long

---

<sup>1)</sup> This is the spelling on a fine map by Gratiotus Benincasa, dated Ancona 1470, in the British Museum. — Additional Mss 31,315 A. There is a fold, rendering the name partly illegible, across the island in the better known Portolano dated 1463, which was formerly in the Pinelli Library, and is now in the British Museum, though sometimes supposed to be inaccessible — v. Mr. H. Harrisse's great volume recently published on «The Discovery of North America».

<sup>2)</sup> Nat. Hist. lib. 6, cap. 37.

<sup>3)</sup> Such as the Medicean Portolano of 1351, that of the Pizzigani brothers dated 1367, and the 1375 Catalan. Here the Madeiras are to be seen with the same names as they now bear, except that the principal island is called «legname» — Madeira being a Portuguese translation of this word indicating the wooded condition of the island. The Azores, whose rediscovery in 1431 and following years was doubtless guided by a map, brought, together with a copy of Marco Polo's work, as a present to Prince Henry by his brother Dom Pedro when returning from Italy in 1428, are to be found on such maps arranged in a row running from south to north. Very few of the original names were retained by the Portuguese, most of the present ones indicating the Saints on whose days they were individually rediscovered, but *Corvo* and *St. George* seem to be a retention of the older *corvo marini* and *san giorgio*.

before Portuguese and French began to quarrel as to precedence of discovery in these parts, the Cape Verde Isles seem to have remained absolutely virgin soil till the middle of the fifteenth century; and this is not surprising when their position is considered. Lying as they do far out from the westernmost point of the coast — so far indeed that on many maps of Africa they are omitted altogether, or added in an inset — they were not likely to be discovered except by some mariner tempest-driven from his true course.

THE CAPE VERDE ISLES. The date of their discovery and name of their discoverer have never been definitely decided. Martin Behaim's globe gives 1472, but it is by no means reliable; 1445—1446 have also been suggested among other dates; Antonio de Nolle — their first governor, after whom they were for a time called Antonio's islands, — with the dates 1460 or 1462 have often been given, but the balance of evidence for a long time favoured Cadamosto and the year 1456. Since however the publication of Mr. Major's life of Prince Henry the Navigator (London 1868) the year 1460 and Diogo Gomez as the man have been commonly adopted.<sup>1)</sup>

The question is of wider importance than the difference of a few years in priority of discovery — it involves the trustworthiness of a valuable document. Cadamosto's claim to have discovered the Cape Verde Isles is based on his own writings, and it is only by destroying the trustworthiness of these — one of the very few contemporary documents of the great period of geographical exploration — that other claims can be supported.

CADAMOSTO. The Marco Polo of West-Africa, as he has been called, Alvise da cà da Mosto — that is Luigi or Louis of the *casa* or *famiglia* da Mosto — was born in Venice in the year 1432. Before reaching the age of 22 he had made voyages in the Mediterranean, and once as far as Flanders. Young, strong, and ambitious, he determined to go out into the world and make his fortune. «Accordingly», as he writes, «in the year 1454, being 22 years old, I resolved to return to Flanders to acquire wealth, experience, and if possible fame.»

SAILS FOR FLANDERS. Having collected what little money he then possessed he set sail on the 8<sup>th</sup> of August 1454 in one of the 3 galleys bound thither that year under command of Ser Marco Zeno.<sup>2)</sup>

---

<sup>1)</sup> cf. Mr. Clements Markham's «Christopher Columbus» (London 1892), and Proc. Royal Geog. Soc. Oct. 1892. A sketch map by Prof. Kiepert in the collection of the Berlin Geog. Soc. has «Diogo Gomez 1460». Droysen's Atlas impartially gives 1560 (an evident mistake for 1460) on one map, and 1456 on another.

<sup>2)</sup> The Calendar of State Papers, Venetian, by Rawdon Brown, Vol. I, gives two decrees of the senate in the year 1454, one for the fitting out of 3 galleys for the Flanders and London voyage, the other an order to the captain of the Flanders galleys, «Ser» Marco Zeno, to make enquiries as to goods of Venetian subjects landed in England and to exact a 2 per cent duty.

MEETS PRINCE HENRY. The voyage was uneventful till contrary winds detained the ships off the Portuguese coast near Cape St. Vincent. It so happened that Prince Henry was at that time close by in a village called Riposera, where, as Cadamosto remarks, he had retired in order to find quiet for the prosecution of his studies. As soon as the Prince heard of their arrival, he sent his secretary and the Venetian Consul on board with samples of Madeira sugar, dragon's-blood and other products from the regions which had been found or colonised under his care. They told wonderful stories of these lands, and the enormous profits to be made — even 1000 per cent; detailed the conditions under which any one could make a voyage thither — as, for instance, the Prince providing a ship and every thing save cargo, profits to be equally divided, and loss, if loss there were, to be borne wholly by the Prince —, and added that the Prince would be especially pleased with a Venetian who would undertake a voyage, as he was convinced that Spices were to be found, and knew that the Venetians understood these articles better than any other nation.<sup>1)</sup> Cadamosto's interest was aroused, and a visit to the Prince on shore sufficed to determine him to try his fortune in the new lands.

Having inquired as to the articles wanted for such voyage, he returned to the ships, disposed of his own goods, bought what was deemed necessary, and left the galleys to proceed to Flanders without him. Prince Henry was well satisfied, and Cadamosto was handsomely entertained throughout the winter at St. Vincent, whence on the 22<sup>nd</sup> March in the next year 1455 he set sail in a new and fully equipped caravel of 90 tons burden, with Vicente Dias as captain.<sup>2)</sup>

1<sup>ST</sup> AFRICAN VOYAGE. A course was shaped for the Madeiras, and Porto Santo<sup>3)</sup> was fetched on March 25<sup>th</sup>. After a three days halt, they proceeded to Madeira, and thence to the Canaries, where they touched at Gomera and Ferro. They then made for the mainland and coasted from Cape Blanco as far as the Senegal river, collecting on the way much valuable information about the Sahara and inland caravan trade with Timbuctoo and other places,

---

<sup>1)</sup> A notable remark shewing apparently that the Prince's schemes reached further than the African coast.

<sup>2)</sup> The name Dias is honourably connected with African exploration; it was Diniz of that name who first rounded Cape Verde, while Bartholomew is better known through his discovery of the Cape of Good Hope, off which he subsequently perished.

<sup>3)</sup> A remark of Cadamosto's that this island had been found 27 years before, has led to this voyage being sometimes placed in 1445, because the island was discovered by Zarco in 1418; but there can be no doubt that the voyage took place in 1455, so that 27 is simply an error for 37, one particularly easily made when Roman letters are used. In the same way in the Latin translation in Grynæus 1454 is changed into 1504. Cadamosto found Bartholomew Perestrello acting as governor of the Islands; this was the head of that family into which Columbus subsequently married. Cadamosto has much to say about Porto Santo, as about all other places which he visited; among other points he mentions the enormous number of rabbits, which after being introduced on the first colonisation of the island increased so rapidly that they drove the settlers away for a time in despair.

the tawny Azanagues who lived to the north and the black Jallofs whom they found on the south of that stream. Here Cadamosto spent a month on shore with a negro monarch called Budomel, and on putting to sea again fell in with two ships, one under command of a Genoese Antoniotto Uso di Mare,<sup>1)</sup> the other under a Portuguese in the service of Prince Henry. Finding their objects identical the 3 commanders sailed together for Cape Verde, which they rounded in June, and then coasted along in search of the kingdom of Gambia (Gambia), where, they had heard, much gold was to be obtained.

Proceeding carefully by daylight only, with a man at the masthead, they found the mouth of a river to which the name *Barbasini* was given — «I have named it so», says Cadamosto «on the chart which I have made». Further on a much larger river was seen, and still further a very large one which proved to be the Gambia. The natives, however, were hostile, and after one or two skirmishes with them, the sailors displayed a mutinous spirit which compelled their commanders to turn back to Portugal in July.<sup>2)</sup>

2<sup>ND</sup> AFRICAN VOYAGE. The first voyage seems, to have proved commercially successful, for in the following year 1456 Cadamosto and Antoniotto Uso di Mare resolved to fit out two vessels at their own expense and return to the Gambia. Prince Henry readily acquiesced and sent one of his own vessels to bear them company, and when all was ready the three ships started from Lagos, near Cape St. Vincent. With a favourable wind the Canaries were reached in a few days, and as the wind held good they continued their course, without stopping, for Cape Blanco.

DISCOVERY OF CAPE VERDE ISLES. After passing the cape, however, a contrary wind sprang up, and in endeavouring to weather it they were taken out of their true course and after three days found themselves off some islands which proved to be those now known as the *Cape Verde Isles*. As the islands were uninhabited they made no long halt, but steered for the mainland again and soon reached the Gambia. After a stay of eleven days duration the voyage was continued along the coast, resulting in the discovery and naming of the *Casamansa* river, *Cape Roxo*, *Rio de Santa Anna*, and another river which they called *St. Domingo*, of which names some still survive. Ultimately a large river, the *Rio Grande*, was reached, but here their interpreters proved no longer

---

1) Not to be confused with Antonio Noli, as has been done by Mr. Major and others. The two though both Genoese are quite distinct, see *Studi biografici e bibliografici* . . . Rome 1875.

2) A note by Cadamosto added after his account of Pedro de Cintra's voyage, mentions that when returning off Cape Blanco early in August a great monster was seen in the sea (apparently the «sea-serpent»!) which may refer to this first voyage. Anyhow the travellers were home before the end of the year, because on Dec. 12 1455 Uso di Mare addressed a long letter to his creditors in Genoa, giving rather fantastic accounts of his experiences on this voyage, in order to pacify them; which letter was published by Graberg di Hemsö *Annali di Geografia e di Statistica* Genoa 1802, and reproduced by Zurla, *Viaggi di Alvise da ca da Mosto*, Venice 1815.



of any use, so the vessels were turned back towards Portugal, where they arrived safely.

RETURNS TO VENICE. DEATH. These two voyages seem to have realised Cadamosto's expectations, for he undertook no more, but about two years after Prince Henry's death, on the 1<sup>st</sup> of February 1463, leaving his adopted country, he turned his steps back to Venice. Here he married in 1465 D. Elizabetta Veniero, and probably died in 1477, since an entry in an old codex says that in that year «Alvise da Mosto the expert in sea matters *lasso* his voyages to the Senegal and Ethiopia». <sup>1)</sup>

HIS WRITINGS. Cadamosto's writings are three in number, without including a doubtful Portolano, or book of sailing directions, sometimes ascribed to him. These consist of the records of his own two voyages, and a description of one made by Pedro de Cintra, who, before Cadamosto left Portugal, had pushed beyond the Rio Grande past Sierra Leone as far as a little beyond Cape Mesurado. The account of this voyage he received from a young Portuguese who took part in it, and who had been with him in his own two in the capacity of secretary or clerk.

The importance of Cadamosto lies in these writings.

Many other had done far more in the way of discovery and heroic deeds along the west coast of Africa, such men for instance as Gil Yanez, who first doubled the formidable Cape Bojador, Nuño Tristam and Alvaro Fernandez, who both made many brilliant voyages and reached points on the coast further than Cadamosto ever did ten years before his time, but their names alone survive with meagre and uncertain records of their doings. The discoverer of the Cape Verde Islands, however, was a shrewd observer who noted down everything of interest which he saw or heard, and so was able to leave behind him a record pregnant with valuable material.

THEIR PREFACE. In a preface of stately simplicity the key-note of his work is struck. «I believe,» he writes, «that no one would wish to, or could (without contravening the truth) deny that I Alvise da cà da Mosto have surpassed all others from the illustrious and famous city of Venice in traversing the Ocean beyond the straits of Gibraltar, towards the country of the Negros in lower Ethiopia. And this I could not have done without many novelties and things worthy of mention being presented to my sight; which justly seem to require and deserve the trouble of reducing them to writing to take their place among the rarest and strangest of events. Just as I noted them down from time to time, so have I transcribed them, that they be faithful witnesses to posterity of the ardour which I had for obtaining knowledge of diverse and strange

---

<sup>1)</sup> v. Zurla, *Viaggi di Alvise da ca da Mosto*.

regions, which, of a surety, in comparison with ours could be called another world.\* Then follows an apology for any lack of order in his notes, with a statement of his intention of strictly adhering to the truth, preferring to suppress rather than exaggerate. The rest of the introduction is occupied by a hearty eulogy of Prince Henry, whom he calls the most accomplished prince of his time, the least of whose virtues would suffice to immortalize another; and by a description of the steadfastness of the prince in pursuing his objects under great difficulties, steadfastness due to the confidence which his great learning gave him.

That Cadamosto adhered strictly to the intention recorded in this preface has, however, been denied by some, and that too as regards a matter of no less importance than his claim to have discovered the Cape Verde Islands.

If this were a claim which had no justification in fact, it would be impossible to have confidence in any of the other statements in his writings. It is therefore very necessary that the matter should be carefully sifted.

DESCRIPTION OF THE DISCOVERY OF THE CAPE VERDE ISLES. Cadamosto's description of his discovery of the islands occurs in the opening passages of the account of his second voyage, and is in brief as follows.<sup>1)</sup>

Sailing from Lagos in the beginning of May with a favourable wind the Canaries were reached in a few days, and, without stopping, the ships went on to Cape Blanco. After doubling the Cape they put out to sea, but the night following were surprised by a storm from the south-west, which carried them west-north-west during three days and two nights. The third day they discovered land to their great joy, and two men who were sent to the mast-head saw two large islands, at which there was great rejoicing for they believed them to be hitherto unknown, and hoped to find them inhabited. After anchoring men were sent ashore, who reported that there were no dwellings there, but many pigeons so tame that they could be taken with the hand. On ascending a mountain however three other islands were seen, one to the north, and two to the south, and moreover in the far west something like more islands, but too far off to be clearly seen. As Cadamosto thought these latter would probably be also uninhabited he determined not to spend time in visiting them, but others later, attracted by his discovery of the four islands<sup>2)</sup>, went further and found ten in all, inhabited only by pigeons and other birds.

Sailing to the larger of the two islands seen to the south, they found it covered with trees, and anchored at the mouth of a river. Here they obtained salt and water, and caught turtles and fish, of which latter there were incredible numbers. The river was a bow-shot in breadth.

---

<sup>1)</sup> This abstract is from the translation given in Mr. Major's «Life of Prince Henry».

<sup>2)</sup> These would be those now called Sal, Bonavista, Maio, and Santiago.

The first island they named Bonavista because it was the first they saw; and the larger one they called Santiago, because they anchored there on St. Philip and St. James's day.

OBJECTIONS TO CADAMOSTO'S DESCRIPTION. «Now all this is simply impossible», says Mr. Major, who proceeds to bring a series of accusations, which if accurate would absolutely destroy the trustworthiness of Cadamosto's writings. These charges, which are based on Lopes de Lima's work «Ensaios sobre a statistica das possessões Portuguezas» (Lisbon 1844), are four in number.

1<sup>st</sup> A man who sailed from Lagos in the beginning of May could not after a voyage of some days anchor off the Cape Verde Isles on St. Philip and James's day, which is the 1<sup>st</sup> of May.

2<sup>nd</sup> Three days driving before a storm in a west-north-west direction from Cape Blanco could not bring a vessel to Bonavista which lies a hundred leagues to the south-west.

3<sup>rd</sup> From Cadamosto's day till now no human being has been able to see Santiago from Bonavista, the distance being too great.

4<sup>th</sup> There is no river in Santiago big enough to float a canoe (much less a «bow-shot wide») nor are salt or turtles to be found there.

THE OBJECTIONS ANSWERED. These charges seem serious enough, but can all be answered. The first is obviously due to some misprint; either the name of the month or the name of the Saint, or both, must be an error.

The second is probably due to a misinterpretation, the third and fourth are sheer misstatements.

THE 4<sup>TH</sup>, A MISSTATEMENT. To take the last two first, it is only necessary to point out that Salt is so abundant in the islands, especially the Western group, that these were at one time called the Salt islands. The Salt, which is produced by the natural evaporation of sea-water in lagoons on the shore, was for long the chief article of trade, and Ramusio prefaces his reproduction of Cadamosto's account by gravely suggesting the advisability of bartering salt from these islands for slaves from the mainland, who might be sold in Santiago for the West Indies. Scarcely a traveller who has visited the islands in the wet season has failed to mention the turtles, which come there to lay their eggs.<sup>1)</sup> As to the river, though the streams in Santiago are certainly small, the expression river was often applied to gulfs — as the Rio d'Ouro in Africa, or the Rio de la Plata in S. America — while Dapper actually uses the expression a «bow-shot wide» in describing the mouth of the river by the City of Ribeira Grande on Santiago (possibly the spot where Cadamosto anchored),

---

<sup>1)</sup> v. Astley's «Voyages and Travels», Vol. I. Book IV. Chap. VI.

and Blaeu's Atlas (Amsterdam 1663) has the same expression as to this stream «à son emboucheure large d'environ un trait d'arc».

THE 3<sup>RD</sup>, A MISTAKE. The 3<sup>rd</sup> charge is however more serious, in fact it is enough in itself to decide one way or the other the trustworthiness of the whole story. An obvious way of settling the matter is to proceed by calculation taking the heights and distances of the islands mentioned. On doing this nothing which Cadamosto says will be found to be impossible, but as the islands have never been properly surveyed,<sup>1)</sup> the data on which such calculations have to be made are perhaps doubtful.

Fortunately the following passage from «Über die Capverden nach dem Rio Grande» by Prof. C. Doelter (Leipzig 1884) proves the truth of Cadamosto's statement in a most striking way. Professor Doelter when on Santiago climbed the Pico d'Antonio, and describes the view from the summit in these words:

«Der ganze cap verdische Archipel entrollte sich zu meinen Füßen. Im Norden die fernen dunklen Rücken von St. Nicolaô und S. Vincent. Östlich die mehr flachen, öden und unwirtlichen Eilande von Mayo und Boa Vista . . . . . Nur ferne im Norden lag ein weißer Wolkenschleier, bizarre Formen bildend, auf der den Blicken entrückten Insel Sal, der nordöstlichsten des Archipels.»

It is evident that if Bonavista can be seen from Santiago, Santiago, as Cadamosto states, must be visible from Bonavista. Moreover the Eastern islands (St. Nicholas &c.) which are at about the same distance from these two islands, though distinguishable from Santiago, naturally appeared indistinct to Cadamosto's sailors from the lower heights of Bonavista. In fact far from being impossible nothing could well be more accurate than Cadamosto's description of what was seen from Bonavista.

EARLIEST EDITIONS OF CADAMOSTO. Before attempting to reply to the first two charges, it would be well to understand the circumstances under which Cadamosto's work, which was not printed till 30 years after his death, appeared.

Just as the fifteenth century had been a great era of exploration so was the sixteenth a great era of description. One after another great collections of travels issued from the printing press, such as Grynæus's in Latin, Ramusio's in Italian, Temporal's in French and Hakluyt's in English, but the parent of all was the now scarce little volume published at Vicentia in 1507, under the title of «Paesi novamente ritrovati et novo mondo da Alberico Vesputio Florentino intitolato.» In this volume Cadamosto's writings first appeared. The book seems to have had a great success, for it was republished in Milan in 1508, and in the same year two translations were issued, one by Madrignano in Latin «Itinerarium

---

<sup>1)</sup> Even on some maps in a large scale recently issued by the Portuguese Government the attitudes are not given.



Portugallensium . . . » (Milan 1508), the other in German by Jobst Ruchamer «Newe Unbekanthe landte . . . » (Nürnberg 1508), while a few years later a French version by Mathurin du Redouer was printed in Paris «Sensuyt le Nouveau Monde . . . » (Paris 1516). A comparison of these texts shews several discrepancies in the different versions, and it is only to be expected that even the earliest of them does not represent without mistakes the original MS. printed for the first time 30 years after its author's death.

THE 2<sup>ND</sup>, A MISTRANSLATION. Now as to the 2<sup>nd</sup> charge. It is evident that a ship sailing W. N. W. from Cape Blanco could not reach the Cape Verde isles which lie to the south-west — but the text does not say this. In the first (1507) edition, after describing how they reached Cape Blanco, and then steered out to sea, the passage continues —: «e la nocte sequente ne a fazo un temporal de garbin<sup>1)</sup> cum vento fortevole, diche per non tornar in driedo tegnessemo la volta di ponente e maistro salvo el vero per riparar e costizar el tempo doe nocte e III zorni;» which seems to mean, «and the following night there rose a strong wind from the south-west, and *in order not to turn back* we steered, westward, and north-west if I am not mistaken, so as to weather and *hug the wind* for two days and three nights.» The 1508 edition has *vento* in place of *vero*, and the French text translates accordingly —: «et la nuit ensuivant se mist a faire ung temps de garbin avec ung vêt fort contraire de quoy par non tourner en derriere tinsimes la volte de ponent. Le maistre du navire sauva le vêt pour reparer et costizer le tēps deux nuits et trois jours.»<sup>2)</sup>

It is evident that the passage is obscure, perhaps corrupt, and this is the less unlikely as mistakes easily arise, as regards points of the compass. The one point which is clear, however, is that after passing Cape Blanco a contrary wind sprang up, but, far from turning the ships back, they were able to sail close to it — a feat for which the lateen-rigged Portuguese vessels were peculiarly fitted. Further if «nocte sequente,» means, as it would seem to, the night of the day following that on which Cape Blanco was passed, the ships would have had time to reach a point from which a westerly or W. S. W. course would lead to the island of Bonavista. Moreover the Latin text gives the wind as S. not S. W., which would make the process easier.

THE 1<sup>ST</sup>, A MISPRINT. Finally as regards the 1<sup>st</sup> charge it is quite evident that there is an error in the text, unless the ingenious suggestion in

---

<sup>1)</sup> The points of the compass on old Portolani are generally named thus N. Tramontana. N. E. Greco. E. Levante. S. E. Sirocco. S. Ostro, or Mezzodi. S. W. Libeccio or Garbino. W. Ponente. N. W. Maestro — see Humboldt, *Examen critique . . .* for speculations as to the compiler of this 1507 collection.

<sup>2)</sup> It will be seen that the French translator renders maistro «captain», and not north-west. This, though it simplifies the passage, is open to discussion. The gist of the matter however lies in the words in italics.

M. d'Avezac's «Iles d'Afrique» is accepted, namely that the island of Santiago was called so because the expedition *set out* on the 1<sup>st</sup> of May. This, however, is both contrary to the custom of the time, and the distinct statement that the island was named after the saint on whose day the ships anchored, therefore either the name of the month or of the saint, or both, must be wrong. Such a slip is easily made and is very common. Indeed among the texts already mentioned, though the two Italian and the Latin have May as the name of the month in which Cadamosto sailed, the German and French have both March, while the version in Temporal's *Histoire de l'Afrique* (Lyon 1556) gives the month as July. There are moreover several St. James in the Calendar after whom the island might have been named. Where there is so much choice it would seem a difficult matter to decide. Fortunately the operations of Nature are not liable to textual error, and a slight consideration of the geographical position of the islands may throw some light on the question.

THE EVIDENCE OF NATURE. The Cape Verde Islands lie in the northern tropics and for the greater portion of the year are within the region over which the N. E. trade winds prevail; but as the sun passes north of the equator the wind veers round and from about the middle of June till November they are exposed to storms varying from S. E. to S. W. This is the rainy season, and during it the islands present a marked contrast to their appearance during the rest of the year, when they are parched and uninviting.

Now Cadamosto found plenty of water on the islands, and on his way thither was met by a S. W. storm; it is therefore highly probable that he arrived during the rainy season namely between the middle of June and November.<sup>1)</sup> It has already been shewn that one text gives July as the month of departure, and moreover in this text the name of St. James alone, and not St. Philip and St. James, is given as that of the festival after which Santiago was called. Now the festival of St. James the Apostle is on July 25<sup>th</sup> a date which would agree admirably with the probable time of arrival of an expedition which left Lagos early in the same month.

DATE OF DISCOVERY FIXED. July 25<sup>th</sup> 1456 is therefore probably the exact date on which the Cape Verde Isles were discovered.

CONFIRMATION BY AN OLD CHARTER. This is apparently confirmed in an interesting manner, by the earliest official document which has been found relating to the isles, namely a decree dated Dec. 3<sup>rd</sup> 1460 just after the death of Prince Henry, which is reproduced in the «*Indice Chronologico das Navigações . . . . . dos Portuguezes*» (Lisbon 1841). In this decree is given a list

---

<sup>1)</sup> It is noteworthy that the turtles, which Cadamosto's sailors caught, only cross from the mainland in the rainy season.

of 17 islands discovered by Prince Henry's explorers beginning with the Madeiras and Azores and ending with 5 of the Cape Verdes — S. Jacobe, S. Filippe, De las Mayaes, S. Christovão, and Ilha Lana. Of these S. Jacobe is of course Santiago, S. Filippe is, the present Fogo, which was for some time called St. Philip, the next is Maio, the last probably the island now called Sal, and S. Christovão Cadamosto's Bonavista. Now the only St. Christopher's day in the Calendar is precisely July 25<sup>th</sup>, the very day on which, as has been shown, the islands were probably discovered.<sup>1)</sup> Cadamosto's name Bonavista may not have pleased the Portuguese authorities, who seem to have largely favoured the names of saints in christening their possessions; hence perhaps the change to S. Christovão. Such a rejection of an explorer's suggested name would not be without precedent. For instance, Zarco the first Portuguese to see Madeira named the island S. Lourenço, but Prince Henry renamed it Madeira for reasons already given.<sup>2)</sup> Still better known is the case of Bartholomew Diaz's «Stormy Cape», which was changed to «Cape of Good Hope». The names Maio and St. Philip were doubtless given by Antonio Noli, who is understood to have visited the group on the 1<sup>st</sup> May 1460, and who subsequently became the first governor of the islands. Diogo Gomez's visit took place at the same time, or two years later, but both were at least 4 years after Cadamosto, and therefore claims put forward in their names for the position of discoverer of the islands need not be discussed as long as Cadamosto's account can be shewn to be tenable.<sup>3)</sup> The question, as has been stated earlier, has a far wider significance than the difference of a few years in priority of discovery; it involves the trustworthiness of Cadamosto's writings, which are of no little value.

IMPORTANCE OF CADAMOSTO'S WORK. The discovery of Azurara's chronicle in 1837 threw the brilliant light of contemporary evidence on the great period of Prince Henry's activity, but it stops at the year 1448. Cadamosto's work goes far to fill the great gap up to the Prince's death in 1460. Interesting as almost the only personal narrative in existence written by one of the great Navigator's explorers, throwing as it does many pleasant side-lights on the

---

1) «Parece que todas forão descobertas no dia 25 de Jullio» — says the Portuguese authority quoted, in speaking of the names of the islands. Cf. also M. Condine, Bull. de la soc. geog. 1873.

2) v. Note 3. p. 183.

3) Diogo Gomez's narrative as given by Mr. Major opens with the description of a voyage made in 1458, and after detailing the death and burial of Prince Henry in 1460, continues: «two years afterwards King Alphonso equipped a large caravel, in which he sent me out as captain.» The passage describing his finding the Cape Verde Isles, of which only Santiago is mentioned, has this sentence, «and I had a quadrant when I went to these parts, and I wrote on the table of the quadrant the altitude of the Arctic pole, and I found it better than on the chart. *It is true that the course of sailing is seen on the chart*, but when you once get wrong, you do not recover your true position». Rather a remarkable statement for a person supposed to be discovering unknown lands.

character and ways of that Father of systematic exploration, it is moreover valuable as one of the oldest diaries of a mariner. Like his more famous fellow-citizen Marco Polo, Cadamosto seems to have shrewdly noted everything of interest which he saw or heard, and consequently his writings are full not only of important geographical data, but also of excellent notes on the people, animals, and products of the countries which he visited, which are more accurate than the observations of many subsequent explorers. Of him it has been well said that his work shews that «one inquisitive person shall bring home a better account of countries than twenty who come after him». <sup>1)</sup>

CARTOGRAPHICAL RESULTS. From a passage quoted above p. 6 it is evident that a map was made by Cadamosto of the regions which he had explored; but this must apparently be added to the long list of interesting maps which have been lost. His information may have been supplied to Fra Mauro, when the latter was constructing his great planisphere for Prince Henry between the years 1457 and 1459, but if so no very apparent use was made of it, and it is to the maps made in Italy after his return in 1463 that one must look for the first representation of his discoveries. At that period one cartographer seems to have been preeminent — Grazioso Benincasa of Ancona, and of his maps, which are of a singular beauty, no less than a dozen sets, of those dated between the years 1463 and 1489 alone, have survived, and are preserved in the various libraries of Europe. <sup>2)</sup> The maps relating to West-Africa in these Portolani shew how gradually information as to the Portuguese discoveries leaked out of that country. The one dated 1463 goes no further than Cape Bojador (rounded in 1433), those made in 1467 reach to Cape Verde (passed in 1445), but that dated 1468 shews a great advance, giving the results of both Cadamosto's and P. de Cintra's voyages. <sup>3)</sup>

THE EARLIEST MAP OF THE ISLANDS. As this map has never been published, and may be taken to be the earliest on which the Cape Verde Islands are shewn, a reproduction from the original in the British Museum is given in the accompanying plate. The details for it were possibly supplied by Cadamosto himself, many of whose names, as Budomel, Rio de Casamansa, rio de san Domingo etc. can be found; but as regards the Cape Verde islands it shews also part of the results of the discoveries made by those who followed

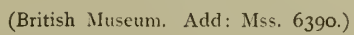
---

<sup>1)</sup> Astley's *Voyages and Travels*, loc. cit.

<sup>2)</sup> Of these five are in the British Museum.

<sup>3)</sup> It is noteworthy, as an instance of this slow spread of knowledge, that in all these maps the Azores are still shewn with their old names and N—S orientation, (see note 3 p. 183); it is only in a map bearing Gratiotus Benincasa's name, in a large volume of maps made apparently towards the end of the century, (Brit. Mus. Egerton Mss. 73) that the Azores appear in their proper position and with their new names, though even on this map the old chain appear side by side with the new, the one running N—S, the others E—W. M. d'Avezac published a small pamphlet about this map.







in his footsteps there. It will be noticed that Cadamosto's suggested name Bonavista is given, and it is probably due to the influence of such maps, that this name has survived instead of St. Christopher, which seems to have been at first used in Portugal.<sup>1)</sup>

CONCLUSION. In conclusion it may be of use to add that probably the best translations of Cadamosto's writings are to be found in Stanier Clarke's «Progress of Maritime Discovery» (London 1803) and in Astley's great collection of «Voyages and Travels» (London 1745),<sup>2)</sup> but both of these are in the nature of abstracts and taken from the text in Ramusio.<sup>3)</sup> A careful rendering from the first (1507) edition remains to be made.

---

<sup>1)</sup> The name Bonavista is somewhat curiously written also across the island of San Jacomo (Santiago). This is probably simply a draughtman's error.

<sup>2)</sup> This splendid collection, said to have been compiled by a Mr. Green, was apparently designed on a larger scale than was realised, though four stout volumes were published. It was early translated by the Abbé Prevost, who however took unwarrantable liberties with the text, and produced such a garbled version, that it has been described as resembling the original as much as when a clever man tries to retell a novel which he has read some time before and half forgotten. Another translation was issued in Holland which supplied some of the omissions from Prevost's, but the best version is that published in Leipzig in 1747 and following years entitled «Allgemeine Historie der Reisen zu Wasser und zu Lande . . .», from the preface to which the above criticism on Prevost is taken. This is not only an accurate translation of the original English text, but is expanded by the addition of many other travels to some twenty and odd volumes.

<sup>3)</sup> Navigazioni et Viaggi raccolti già da M. Gio. Battista Ramusio (3 vols. 1550—56—59).





Regenverteilung,  
Pflanzendecke und Besiedelung  
der tropischen Anden.

---

Von

Dr. Alfred Hettner.

in Leipzig.

(Mit zwei Karten.)





Die Regenverhältnisse der tropischen Anden sind in den allgemeinen Zügen bekannt. Man weiß, daß in ihrem nördlichsten Teil die Regen während des nördlichen Standes der Sonne fallen, daß weiter südlich zwei Regenzeiten während und nach den Tag- und Nachtgleichen mit zwei Trockenzeiten abwechseln, daß auf der südlichen Halbkugel auch die Regenzeit in den südlichen Sommer fällt, und daß das Küstengebiet von Perú ganz regenlos ist oder doch nur in unmittelbarer Küstennähe von dicken Winternebeln befeuchtet wird. Man weiß auch, daß diese Regeln vielfach durchbrochen werden, daß viele Gebirgshänge und große Waldgebiete auch in den Trockenzeiten reichliche Niederschläge empfangen. Im allgemeinen hat man diese Verhältnisse richtig erklärt. Aber bei dieser allgemeinen Kenntnis hat es sein Bewenden. Weder in Worten noch auf einer Karte sind die Ausdehnung und die Grenzen der verschiedenen Regengebiete auch nur einigermaßen genau dargestellt. Und doch handelt es sich um gewaltige Länderräume, denn die tropischen Anden, selbst wenn wir sie nur bis zum Busen von Arica rechnen, sind mehr als dreimal so groß als das Deutsche Reich; der Breitenabstand zwischen Arica und der Nordküste ist derselbe wie zwischen Neapel und dem Nordkap. Auf dem Regenkartchen von Wojeikof ist die Grenze des äquatorialen Regengebiets gegen das süd tropische Regengebiet zwar nur 4 mm zu weit südlich gezeichnet, aber diese 4 mm bedeuten in der Wirklichkeit über 500 km; auch die Köppensche Regenkarte in Berghaus' physikalischem Handatlas zeigt ähnliche scheinbar geringfügige und doch tatsächlich bedeutende Abweichungen von der Natur, obgleich beide Karten von zwei unserer hervorragendsten Klimatologen herrühren. Diese Angaben dürften beweisen, daß hier eine große Lücke unserer geographischen Kenntnis vorliegt, daß die Ausfüllung oder, sagen wir lieber, die Verkleinerung dieser Lücke bei der großen Wichtigkeit der Regenverteilung in den Tropen ein wissenschaftliches Bedürfnis ist, und daß daher die möglichst vollständige Sammlung der Beobachtungen über die Regenverhältnisse der tropischen Anden und die Erklärung der That sachen aus den allgemeinen Gesetzen der Klimatologie eine wichtige Aufgabe bildet.

Mit den Regenverhältnissen steht die Beschaffenheit der Pflanzendecke in engstem Zusammenhang; denn wenn auch die Bodenbildung darauf von Einfluß ist und die Wärmeabnahme mit der Höhe das Auftreten anderer Arten und Formen zur Folge hat, so erscheint doch die Verbreitung der großen hauptsächlichlichen Pflanzenbestände in den Tropen in erster Linie von der Regenverteilung abhängig. Auch dies ist im allgemeinen bekannt, aber auch hier fehlt es an einer Vertiefung und Ausführung im einzelnen, sowohl in Bezug auf die That-sachen der Verbreitung wie auf ihre Beziehungen zur Verbreitung der Niederschläge. Im Anschluß an die Regenverteilung soll deshalb auch die Beschaffenheit der Pflanzendecke untersucht werden.

Und an diese Untersuchung werden sich fast von selbst einige Bemerkungen über Besiedelung, Bevölkerung und Kulturentwicklung anknüpfen, da diese innerhalb der Tropen in erster Linie von der Beschaffenheit der Pflanzendecke und daher mittelbar von der Regenverteilung abhängig sind.

## I.

Die Zahl meteorologischer Stationsbeobachtungen und besonders längerer Reihen solcher Beobachtungen, welche die Bildung von Mittelwerten erlauben würden, ist im Bereiche der tropischen Anden noch sehr gering; das ist auch der Grund, warum man sich bisher mit einer ganz allgemeinen Darstellung ihrer klimatischen Verhältnisse begnügt hat. Dagegen sind in den geographischen Beschreibungen eine ganze Anzahl von klimatologischen Bemerkungen und namentlich von Angaben über den Verlauf der Regenzeiten und Trockenzeiten enthalten. Manche Meteorologen werden diesen Angaben vielleicht geringen Wert beilegen, aber sie müssen sich erinnern, daß die Feuchtigkeits- und Niederschlagsverhältnisse in den Tropen doch viel schärfer als bei uns nach den Jahreszeiten geschieden sind, sowie daß vom Verlauf der Regenzeiten und Trockenzeiten das ganze Leben abhängt, und daß daher jedermann darauf achtet. Die glänzende Schilderung, die Humboldt von den Jahreszeiten in den Llanos entworfen hat, ist freilich nicht wieder erreicht worden, wohl aber haben wir eine Fülle lehrreicher Darstellungen erhalten. Viele solcher in den Reisebeschreibungen verstreuter Mitteilungen hat besonders der Sammelfleiß Mühry's<sup>1)</sup> ans Licht gezogen, dagegen sind die systematischen Länderbeschreibungen, die das reichste Material enthalten, noch nicht verwertet worden, weil sie teils schwer zugänglich, teils erst jungen Ursprungs sind. Für Venezuela und Columbien,

---

<sup>1)</sup> Die richtige Lage des Kalmengürtels auf den Kontinenten. Zeitschr. f. Meteorologie IV, S. 133 ff. und 150 ff.; derselbe, klimatographische Übersicht der Erde. 1882. Vgl. Hann, Handbuch der Klimatologie, Stuttgart 1883, S. 342 ff.



das alte Neu-Granada, führt der viel zu wenig gewürdigte Codazzi<sup>1)</sup> bei jeder Provinz den Verlauf der Jahreszeiten an und geht dabei auch auf geringe örtliche Besonderheiten ein; von neueren Forschern haben besonders Sievers<sup>2)</sup> und ich<sup>3)</sup> in unseren Darstellungen der Kordilleren von Mérida, Santa Marta und Bogotá ausführliche klimatologische Kapitel gegeben, für Ecuador hat Wolf in seinem eben erschienenen Werk<sup>4)</sup> das Gleiche gethan, und für Perú und Bolivien, die ich in dieser Arbeit nur in Umrissen behandeln werde, kann ich mich auf zweijährige persönliche Eindrücke und viele an Ort und Stelle eingezogene Erkundigungen stützen. Auf Grund dieses Materials hoffe ich ein bestimmteres Bild von den Regenverhältnissen der tropischen Anden, als es bisher möglich war, entwerfen zu können.

Die Betrachtung klimatischer Verhältnisse, besonders der Luftströmungen, beginnt für Länder, in denen kein zusammenhängendes Netz meteorologischer Stationen vorhanden ist, sondern nur vereinzelte Beobachtungen vorliegen, am besten bei den benachbarten Meeren; denn auf den Meeren fehlen die vielen örtlichen Abweichungen, die sich auf dem Lande geltend machen, und der Seemann ist durch seinen Beruf darauf angewiesen, auf das Wetter und vornehmlich auf die Winde ein wachsames Auge zu haben, so daß in den Segelanweisungen und ähnlichen Veröffentlichungen<sup>5)</sup> viel Material darüber zusammengetragen ist. Wir wollen uns deshalb zunächst über die Witterungsverhältnisse an der Nordküste von Südamerika und über dem benachbarten Teil des karaischen Meeres unterrichten.

Weiter in See, etwa nördlich von 13°, soll das ganze Jahr über der Passat herrschen, an der Küste selbst aber tritt mit den Jahreszeiten ein deutlicher Windwechsel ein. Vom November oder Dezember etwa bis zum April, Mai oder Juni — im östlichen Teile der Küste, wie es scheint, länger als im westlichen — herrscht der östliche bis nordöstliche Passatwind, der jedoch nur bei Tag in voller Stärke weht, in der Nacht jedoch abflaut oder mehr vom Lande kommt.<sup>6)</sup> Vom November bis zum Januar kommen gelegentlich auch N-Winde (Nortes) vor, die zu dieser Zeit im nördlichen Teile des westindischen Meeres sturmartig wehen und durch den Temperaturgegensatz des warmen Meeres und des kalten nordamerikanischen Festlandes hervorgerufen werden. Vom Mai oder

1) *Resúmen de la geografía de Venezuela*, Paris 1841. — *Geografía física y política de los E. U. de Colombia*, 2 Bde., herausgegeben von Fel. Pérez, Bogotá 1882.

2) *Die Sierra Nevada de Santa Marta und die Sierra de Perijá*. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1888, S. 1 ff. — *Die Kordillere von Mérida*. Geogr. Abhandl. II. Bd. 1. Heft 18.

3) *Die Kordillere von Bogotá*. *Pet. Mitt.* Ergänzungsheft 104, 1892. — *Reisen in den columbianischen Anden*, Leipzig 1888.

4) *Geografía y geología del Ecuador*, Leipzig 1892.

5) *Kerhallet, manuel de la navigation dans la mer des Antilles et dans le golfe du Mexique*. 3e partie, 2e édition. Paris 1864. S. 269 ff. — *West India Pilot*, by Barnett, London 1872 vol. I, p. 4 ff.

6) Codazzi, *resúmen*, S. 43 f.

Juni bis zum November, also im Sommer und Herbst der nördlichen Halbkugel, setzt der NO-Passat aus, und an seiner Stelle treten schwache veränderliche Winde aus SO oder SW und W, die sogenannten Vendavales, sowie Windstillen auf. Sie werden von Regengüssen, Hagel und Gewitter begleitet; die Zeit, in der sie wehen, ist also die Regenzeit, während unter der Herrschaft des Passatwindes das Wetter trocken und heiter ist. Abseits vom Festland scheinen jedoch die Regen wenig ergiebig zu sein; Curaçao hat noch nicht 500 mm Niederschlag,<sup>1)</sup> auf der Insel Margarita fallen geringe Regen im Mai, stärkere nur im September und Oktober,<sup>2)</sup> und auch die Festlandsküste ist stellenweise, wie bei Cumaná oder bei Maracaibo, offenbar sehr regenarm.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie auf dem Meere herrschen in den Llanos, den weiten Ebenen, die sich von der Orinocomündung aus in westlicher und dann in südlicher Richtung tief ins Innere des Festlandes erstrecken. Über den mächtigen Wäldern des sumpfigen Deltagebiets fällt fast beständig Regen, in den Grasfluren dagegen, die den ganzen übrigen Teil der Ebene einnehmen, sind Regenzeit und Trockenzeit scharf unterschieden, und zwar genau in derselben Weise wie an der Nordküste. Bekannt ist die klassische Schilderung Alexander's von Humboldt<sup>3)</sup>, deren Richtigkeit durch spätere Forscher wie Codazzi,<sup>4)</sup> Sachs<sup>5)</sup> und andere durchaus bestätigt worden ist. Von November bis März fällt kaum je Regen, selbst Wolken sind eine Seltenheit, der Himmel ist von wunderbarer Reinheit, die Luft sehr trocken; der Wind weht stark aus O bis ONO. Im März wird die Luft jedoch allmählich feuchter, das Blau des Himmels ist nicht mehr so dunkel, die Sterne sind zuweilen von einer feinen Dunstschicht umschleiert; der Wind wird schwächer, unregelmäßiger, und es tritt öfter als zuvor völlige Windstille ein; im Süden ziehen Wolken auf. Im April beginnt dann die Regenzeit, die nur mit einer kleinen Unterbrechung um Johanni, dem sogenannten Veranito de San Juan, bis in den November dauert. In dieser Jahreszeit weht der Wind häufig von W und SW, also wie die Vendavales der Nordküste, das Blau des Himmels weicht einem einförmigen Grau, besonders in den Nachmittags- und Abendstunden fallen häufig heftige Güsse, manchmal regnet es auch ganze Tage lang ununterbrochen, während dazwischen auch ganz regenlose Tage vorkommen.

Humboldt's Schilderung bezieht sich auf den östlichen Teil der Llanos (etwa östlich von 68° w. L. Gr.), aber sie trifft auch für den westlichen Teil, der zwischen dem Berglande von Guayana und der Kordillere von Bogotá liegt, ganz zu, nur daß vielleicht die Regenzeit hier etwas länger als dort andauert.

---

<sup>1)</sup> Friedmann, *Niederländisch Ost- und Westindien*, München 1860. Citirt nach Mühry, *klimatographische Übersicht der Erde*, S. 49.

<sup>2)</sup> Codazzi, *resúmen*, S. 597.

<sup>3)</sup> *Reise in die Äquinoctialgegenden*, 18. Kapitel.

<sup>4)</sup> *Resúmen*, S. 530 f. Pérez, II, S. 168 und S. 306 f.

<sup>5)</sup> *Aus den Llanos*. Leipzig 1879.

Weniger einfach sind die Niederschlagsverhältnisse der Gebirge, da die Unregelmäßigkeiten der Bodengestaltung sowohl die Richtung und Kraft der Winde wie ihre Feuchtigkeit und die Wolken- und Regenbildung beeinflussen.

In dem verhältnismäßig niedrigen Küstengebirge von Venezuela oder dem karaibischen Gebirge, wie Sievers es nennen möchte, ist der Unterschied gegenüber dem Meer und der Ebene noch gering; auch hier stehen sich noch eine Regenzeit, die von Mai bis September, Oktober oder November dauert, und eine Trockenzeit scharf gegenüber, und nur am Nordabhang fallen auch von November bis Januar mit den Nordwinden Regen, die aber nur in wenigen Lücken den mauerartigen Gebirgswall passieren und ins Innere der Gebirge eindringen, den Südabhang aber kaum erreichen.<sup>1)</sup>

Die beistehende Regentabelle für Carácas, die sich allerdings nur auf die Jahre 1868—1870 bezieht<sup>2)</sup>, läßt die jahreszeitliche Verteilung der Regen klar erkennen:

|                   | Jan. | F.  | M.  | A.  | M.  | J.   | J.   | A.   | S.  | O.   | N.  | Dez. | Jahr |
|-------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|
| Regenmenge in mm: | 9    | 8   | 7   | 26  | 55  | 116  | 122  | 92   | 136 | 128  | 66  | 26   | 791  |
| Regentage:        | 1.7  | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 5.3 | 13.0 | 12.0 | 10.3 | 9.0 | 12.0 | 4.7 | 4.3  | 74.3 |

Auch in der Kordillere von Mérida<sup>3)</sup> fällt die eigentliche Regenzeit in den Sommer. Im nordöstlichen Teil, in der Provinz Barquisimeto und Teilen von Trujillo, dauert sie, ohne gröfsere Pause, von Mai bis Oktober, im südwestlichen Teil, in den Provinzen Trujillo, Mérida und Táchira, beginnt sie schon im April und endet erst im November, erleidet dafür aber, ebenso wie in den Llanos, eine Unterbrechung um Johanni; jedoch entbehrt hier im Gebirge auch die Trockenzeit nur an wenigen Stellen der Regen. Die örtlichen Unterschiede sind ziemlich grofs; der Südabhang oder, besser gesagt, Südostabhang stellt sich den mehr von Süden kommenden östlichen Winden der Regenzeit entgegen und wird daher von ihnen besonders reich befeuchtet, am Nordabhang steigt der NO-Passat empor und bringt daher auch in der Trockenzeit Regen. In die inneren Thäler des Gebirges dringen diese Regen nur ausnahmsweise ein, aber die wirkliche Trockenzeit ist doch, wenigstens in den höheren Teilen, auf die Monate Dezember bis März eingeschränkt.

An dem ununterbrochen reichen Regenfall des Nordabhanges nimmt auch der Nordfuß des Gebirges teil, soweit er in den sumpfigen, dem Maracaibo-See von den Flüssen abgerungenen Ebenen mit dichtem Wald bekleidet ist. Dagegen ist der ganze Nordrand des Sees von Maracaibo, der aus etwas älterem Boden besteht, und der westliche Teil des Hügellandes von Coro besonders regenarm, und zwar soll es, ähnlich wie auf der Insel Margarita, nur ein wenig im Mai und

<sup>1)</sup> A. v. Humboldt, Reise, Kap. 15. Codazzi, resúmen, S. 363 und S. 395.

<sup>2)</sup> Ernst, in Z. d. Ges. f. Erdk. 7 (1872), vgl. Z. f. Met. Bd. 7, S. 379.

<sup>3)</sup> Codazzi, resúmen, S. 413, 480 und 495, und besonders Sievers, Kordillere von Mérida, S. 178 ff.

stärker nur im September, Oktober und November regnen; die eigentlichen Sommerregen fallen hier also aus. Sehr merkwürdig ist es, daß der östliche Teil des Hügellandes von Coro seine Regenzeit vom September bis zum März, also gerade umgekehrt wie die ganze Umgebung, hat.<sup>1)</sup> Über die Regenverhältnisse der Goajirahalbinsel ist mir nichts bekannt.

Auch aus den Ebenen des nördlichen Columbiens (Neu-Granadas) liegen nur spärliche Mitteilungen vor, weil Codazzi die Aufnahme dieses Gebietes nicht mehr vollenden konnte, aber sie reichen doch aus, um uns zu überzeugen, daß die Verteilung des Regens über die Jahreszeiten ganz dieselbe wie in den Llanos des Orinoco ist. Der alte Ulloa<sup>2)</sup> berichtet uns, daß in Cartagena die Regenzeit die Monate Mai bis November mit einer Unterbrechung am Ende des Juni umfasse und daß das Regenwasser in Cisternen gesammelt werde, offenbar weil in der Trockenzeit fast gar kein Regen fällt; während der Trockenzeit herrsche kühler NO-Wind. Aus dem Segelhandbuch von Kerhallet (S. 290) können wir noch entnehmen, daß die Regengüsse in den Nachmittagsstunden fallen und nur kurz dauern, daß sich das Wetter am Abend wieder aufklärt und in der Nacht ein prächtiger Sternenhimmel ist. Und Cochrane<sup>3)</sup> belehrt uns darüber, daß sich dieser Wechsel zwischen einer Regenzeit in den Monaten April oder Mai bis Oktober oder November und einer Trockenzeit oder Zeit des Passatwindes in den übrigen Monaten am Magdalenaenstrom aufwärts bis 8° n. Br., also etwa bis Puerto Nacional, dem Hafen von Ocaña, verfolgen läßt.

Im Gebirge von Santa Marta<sup>4)</sup> kann man im Allgemeinen die Trockenzeit von November bis März, die Regenzeit von April bis Oktober rechnen. Aber es besteht ein großer Unterschied zwischen dem Nordabhang und dem Südabhang, denn an jenem verdichtet der aufsteigende Passatwind auch während der Trockenzeit seine Feuchtigkeit, so daß eigentlich kein Monat — am ehesten noch der Januar und Februar — frei von Regen ist, die Südseite dagegen leidet entschieden unter Trockenheit. Die dem Gebirge von Santa Marta benachbarte Bergkette von Perijá empfängt sowohl in den höheren Teilen des Westabhangs wie noch mehr am ganzen Ostabhang reiche Niederschläge.

In der Kordillere von Bogotá<sup>5)</sup> müssen wir zwei Regengebiete unterscheiden, deren Grenze etwa von Puerto Nacional am Magdalenaenstrom nach O ziehen mag und dann nach S bis SW umbiegt und mit der Linie der höchsten Erhebung des Gebirges und der Wasserscheide zwischen Orinoco und Magdalenaenstrom zusammenfällt. Nördlich und östlich von dieser Linie stehen sich, wie in den bisher besprochenen Gebieten, eine Regenzeit und eine Trockenzeit gegen-

<sup>1)</sup> Codazzi, resumen, S. 433 u. 466. Sievers, a. a. O., S. 182 f.

<sup>2)</sup> Vergl. Mühry, klimatographische Übersicht, S. 33.

<sup>3)</sup> Journal of a residence in Columbia I, S. 98.

<sup>4)</sup> Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde 1888, S. 133 ff.

<sup>5)</sup> (Codazzi), Geografía física II, S. 166, 302, 423. — Hettner, Kordillere von Bogotá, S. 71 ff.



über, südlich und westlich davon wechseln zwei Regenzeiten, etwa von März bis Mai und von Ende September bis Mitte Dezember, mit zwei Trockenzeiten, vom Juni bis in den September und von Mitte Dezember bis Februar, ab. Allerdings ist der Gegensatz kein scharfer, denn auch im Gebiete der einfachen Regenzeit wird diese doch durch den Johannisommer unterbrochen, und im Gebiete der doppelten Regenzeit ist die Trockenzeit des nordhemisphärischen Sommers regnerischer als die des nordhemisphärischen Winters; besonders ist das in der Nähe der Grenzlinie der Fall, wo die Regen des Ostabhanges gelegentlich herüberreichen, aber auch weiter westlich ist diese Trockenzeit weniger ausgeprägt.

Neben dem Gegensatze eines Gebietes mit einfacher und eines Gebietes mit doppelter Regenzeit macht sich im Gebiete der Kordillere von Bogotá noch ein zweiter Gegensatz geltend, nämlich zwischen den äußeren, den Tiefländern zugekehrten, und den inneren Teilen des Gebirges. Von den allgemeinen Luftströmungen ist im Gebirge nicht viel zu merken, wohl aber besteht an allen äußeren Hängen ein regelmäßiger Wechsel zwischen aufsteigenden Tag- und absteigenden Nachtwinden. Jene führen Feuchtigkeit herauf, kleiden die Hänge in Nebel ein und übergießen sie mit leisem Regen; vom Kamm aus sieht man dann die Wolken wagerecht weiter ziehen und sich allmählich heben oder auflösen, wenn sie nicht auf einen neuen, höheren Kamm treffen. Die äußeren Hänge, sowohl nach dem Magdalenaström wie nach dem Tiefland von Maracaibo und den Llanos hin, und die höheren Kämme haben daher auch in der Trockenzeit häufige, wenn auch nicht sehr ergiebige Niederschläge, während in den Thälern des inneren Gebirges die Niederschläge mehr auf die eigentlichen Regenzeiten beschränkt sind.

Als zahlenmäßige Belege mögen die zehnjährigen Regenbeobachtungen (1866—1875) von der Hochebene von Bogotá<sup>1)</sup> dienen, die im Gebiete der doppelten Regenzeit, aber nahe der Grenze gelegen ist:

|            | J. | F. | M. | A.  | M.  | J. | J. | A. | S. | O.  | N. | D. | Jahr    |
|------------|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|-----|----|----|---------|
| Regenmenge | 62 | 53 | 98 | 115 | 136 | 66 | 69 | 81 | 81 | 203 | 90 | 50 | 1105 mm |

Ähnlich war die Verteilung der Niederschläge in Bogotá selbst nach den Beobachtungen von Tomas Herran (1880—82)<sup>2)</sup>:

|            | J. | F. | M.  | A.  | M.  | J. | J. | A. | S. | O.  | N.  | D. | Jahr    |
|------------|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|---------|
| Regenmenge | 7  | 79 | 124 | 195 | 126 | 55 | 40 | 49 | 47 | 178 | 187 | 96 | 1183 mm |
| Regentage  | 3  | 9  | 13  | 19  | 18  | 13 | 11 | 13 | 9  | 17  | 13  | 13 | 151     |

Die vielen, aber leichten Regen der Monate Juni bis September sind sogenannte Paramitos, die von der Ostseite herüberkommen und nicht weiter in die Hochebene hineinreichen.

Das Thal des Magdalenaströms gehört etwa von 8° n. Br. aufwärts, also wo es sich aus der weiten nördlichen Küstenebene zu einer langgestreckten, aber

<sup>1)</sup> Mitgeteilt von Carrasquilla im Agricultor 1881, S. 79.

<sup>2)</sup> Mitgeteilt von Kunze, Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1886, S. 92 ff.

mässig breiten Senke zwischen der Kordillere von Bogotá und der Central-kordillere zusammenzieht, bis zu seinem oberen Ende dem äquatorialen Gebiete mit doppelter Regenzeit an, aber zwischen dem nördlichen Teile dieses Thales bis in die Nähe von Honda (5° n. Br.) und dem südlichen Teile besteht doch ein großer Gegensatz, der ungefähr dem Gegensatz zwischen den äußeren Teilen und den inneren Teilen der Kordilleren von Bogotá entspricht. Der nördliche Teil ist regenreicher und scheint zu allen Jahreszeiten Regen zu empfangen, der südliche Teil ist trocken, und die Regen sind auf die Regenzeiten beschränkt. Der Übergang ist auffallend schroff und hängt vielleicht mit einem Wechsel der Bodenbeschaffenheit und in Folge hiervon der Pflanzendecke zusammen, da wir im nördlichen Teil sanft gerundete Hügel, im südlichen Ebenen und Tafelberge bemerken. Nur ganz im Süden wieder empfängt das Thal des Rio Suaza auch in den Monaten Juni bis August Regen, weil die Ostkordillere hier nur noch niedrig ist und die Regen der Llanos herüberläßt.<sup>1)</sup>

Im Bergland von Antioquia treffen wir ähnliche Regenverhältnisse wie in der Kordillere von Bogotá.<sup>2)</sup> Der östliche, gegen das Magdalenathal gerichtete Abhang, der allmähliche nördliche Abfall gegen das Küstentiefland, der westliche Abhang gegen den Atrato empfangen das ganze Jahr über reichliche Feuchtigkeit, auch ein großer Teil des Innern hat noch an diesen Niederschlägen teil, weil weder im Norden noch im Osten höhere Bergketten vorliegen, und nur in den tieferen Thälern ist der Unterschied zwischen Regenzeit und Trockenzeit scharf ausgeprägt und die gesamte Regenmenge geringer. Codazzi schätzt die Regenmenge des Westabhangs über 2000 mm, die des Nordabfalls in der Gegend von Cáceres auf 1500—2000 mm, die des Innern auf weniger als 1500 mm. Hier werden April bis Mitte Juni und Mitte August bis Mitte November als Regenzeiten bezeichnet, und der deutsche Reisende v. Schenck, der Antioquia mehrmals besucht hat, schließt sich dieser Auffassung im Ganzen an<sup>3)</sup>. Auch in den Regenmessungen, die auf Veranlassung des Landwirtschafts-Ministeriums in den Jahren 1882 und 1883 in Antioquia angestellt:

|            | J. | F. | M. | A.  | M.  | J.  | J. | A.  | S.  | O.  | N. | D. | Jahr   |
|------------|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|--------|
| Regenmenge | 23 | 14 | 25 | 118 | 167 | 165 | 36 | 105 | 108 | 143 | 85 | 20 | 909 mm |
| Regentage  | 3½ | 3  | 3  | 10½ | 13½ | 9   | 7  | 11  | 9   | 11  | 10 | 5  | 96     |

und in der Zeitschrift *Agricultor* veröffentlicht worden sind, treten uns nicht nur die Monate Dezember und März, sondern auch Juni und Juli als Trockenzeit entgegen. In Medellín sind:

|            | J. | F. | M.  | A.  | M.  | J.  | J.  | A.  | S.  | O.  | N.  | D. | Jahr    |
|------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---------|
| Regenmenge | 55 | 64 | 134 | 176 | 197 | 168 | 105 | 130 | 163 | 187 | 149 | 68 | 1596 mm |
| Regentage  | 12 | 10 | 18  | 19  | 21  | 20  | 15  | 19  | 19  | 22  | 21  | 13 | 209     |

<sup>1)</sup> Codazzi, *Jeografia física* II, S. 40 f.

<sup>2)</sup> Codazzi, *Jeografia física* II, 522 f.

<sup>3)</sup> *Pet. Mitt.* 1883, S. 290.

nach den beinahe fünfjährigen (1875—1879) Beobachtungen von Tomas Herran<sup>1)</sup> allerdings nur die Monate Dezember bis Februar trocken, während Juli und August nur eine unbedeutende Abschwächung der Regen erkennen lassen. Dagegen sind in dem südlicher (unter  $5\frac{1}{2}^{\circ}$  n. Br.) gelegenen Marmato nach den Beobachtungen von Boussingault<sup>2)</sup> 1833/34:

J. F. M. A. M. J. J. A. S. O. N. D. Jahr.

Regenmenge 50 88 138 141 251 285 39 13 92 176 256 102 1631 mm

auch der Juli, August und September wieder entschiedene Trockenzeit. Wir werden daher annehmen dürfen, daß der größere Regenreichtum dieser Monate in Medellín in dessen höherer und ausgesetzterer Lage begründet ist, und das ganze Bergland von Antióquia dem äquatorialen Gebiet mit doppelter Regenzeit zurechnen müssen.

Von Marmato südwärts bis an die ecuadorianische Grenze ist in dem ganzen Gebiet zwischen Central- und Westkordillere, im Thale des Cauca und des Patía und auf den Hochebenen des südlichen Columbiens, der zweimalige Wechsel zwischen Regenzeit und Trockenzeit nach den Angaben von Codazzi (I S. 331 ff.) deutlich ausgeprägt. Aber indem wir südwärts wandern, tritt doch eine gewisse Veränderung ein; denn die Trockenzeit des nordhemisphärischen Sommers wird immer länger, die des südhemisphärischen Sommers immer kürzer. Im Caucathal von Cartago bis Popayan betragen beide Trockenzeiten ungefähr drei Monate, nämlich von Juni bis August und von Dezember bis Februar; bei Pasto beginnen die Regen schon wieder im Februar, und in der Gegend von Túquerres treffen wir nur noch von Mitte Dezember bis Mitte Januar eine Unterbrechung der vom Oktober bis zum Mai währenden Regenzeit. Wir betreten hier bereits, obwohl wir uns noch  $1^{\circ}$  nördlich vom Äquator befinden, das südtropische Regengebiet. Ein auffallender Gegensatz besteht auch zwischen dem Westabhang der Centralkordillere und dem Ostabhang der Westkordillere, denn während jener das ganze Jahr über reichliche Niederschläge empfängt, ist dieser im Regenschatten gelegen<sup>3)</sup>.

Steigen wir nun über die Westkordillere hinüber, so kommen wir wieder in ein besonders regnerisches Gebiet. Am unteren Atrato dauert nach Selfridge die Regenzeit von Mitte April bis November, mit einem Nachlaß der Regen im Juli, die schöne Zeit vom Dezember bis zum April, doch fehlen auch in dieser Zeit Regen nicht ganz; während der schönen Zeit weht ein kühler Nordwind, während der Regenzeit kommt der Wind meist aus S oder W mit häufigen Stillen. Die Regenverhältnisse sind also noch fast ganz dieselben wie im übrigen Teile der Nordküste. Im Gebiete des Napipi unter  $6\frac{1}{2}^{\circ}$  kann man dagegen

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1886, S. 92 ff.

<sup>2)</sup> Annales de Chimie, Bd. 61, S. 167 f.

<sup>3)</sup> Thielmann, Vier Wege durch Amerika. Leipzig 1879. S. 383.

nach den Beobachtungen von Paine schon zwei Regenzeiten unterscheiden. Januar, Februar und März bilden die trockenste und schönste Jahreszeit, im April beginnen die Regen und werden im Mai und Juni sehr stark, im Juli beginnt eine zweite Trockenzeit, und August und September sind meist schön; im Oktober fangen die Regen wieder an und sind im November und Dezember am schwersten; im ganzen kann man fünf Monate als trocken und sieben als feucht bezeichnen<sup>1)</sup>. Die Grenze der beiden Regengebiete würde danach ungefähr unter 7° n. Br. verlaufen, während Codazzi (I, S. 336f.) sie unter 6° n. Br. zieht und auch den Verlauf der Jahreszeiten ein wenig anders angiebt. Von 4° an südlich — an der Küste selbst wohl schon weiter nördlich — wird das Klima noch feuchter, weil hier der schützende Wall der Küstenkordillere nicht mehr davorliegt. Man kann hier nicht mehr von Regenzeiten und Trockenzeiten, sondern nur noch von zwei nassen und zwei etwas weniger nassen Jahreszeiten sprechen. Januar-Februar und Juli-August werden als die weniger nassen Jahreszeiten bezeichnet; die erste Regenzeit des Jahres scheint hier noch kräftiger als die zweite zu sein. Im Gebiet von Barbacoas dauern die Regen fast das ganze Jahr an<sup>2)</sup>.

Eine sehr lebendige Schilderung des Wetters im westlichen Küstengebiet von Columbien hat Cálidas entworfen: «Es regnet den größten Teil des Jahres. Ungeheure Wolkenmassen bilden sich über dem Ocean. Der Westwind, der in diesen Meeren beständig herrscht, treibt sie zu Lande, aber die Anden halten sie in ihrem Laufe auf. Hier häufen sie sich an und geben der Landschaft ein düsteres und drohendes Ansehen; der Himmel verschwindet, auf allen Seiten sieht man nur schwere schwarze Wolken. Eine drückende Ruhe stellt sich ein, und nun bricht ein furchtbarer Sturm los, der mächtige Bäume entwurzelt; es blitzt und donnert gewaltig; das Meer wirft riesige Wellen, Himmel und Erde scheinen zu verschmelzen. In diesem Aufruhr erleicht der Fremde, während der Einwohner des Chocó ruhig im Schofse seiner Familie schläft. Eine lange Erfahrung hat ihn belehrt, daß diese Unwetter doch nur selten verhängnisvolle Folgen haben, daß schließlich das Ganze auf Licht, Wasser und Lärm herauskommt, und daß sich in wenigen Stunden das Gleichgewicht und heiteres Wetter wiederherstellt.»

In der nördlichen Hälfte des ecuadorianischen Küstenlandes, in der Provinz Esmeraldas, herrschen nach Wolf (S. 399ff.) noch ganz ähnliche klimatische Verhältnisse; sie ist regenreich, und es regnet auch während der Trockenzeit ziemlich viel. Weiter südlich dagegen, in den Provinzen Manabí und Guayaquil, ist, wenigstens im Tieflande, der Regenreichtum geringer, und es lassen sich deutlich eine Regenzeit und eine Trockenzeit unterscheiden, von denen jene mit dem Sommer, diese mit dem Winter der südlichen Halbkugel

<sup>1)</sup> Nach den Zusammenstellungen von Zöppritz. Meteorologische Zeitschrift. Bd. I, S. 362.

<sup>2)</sup> Codazzi, Geografía física I, S. 332ff.



zusammenfällt. Während der Trockenzeit herrschen südliche und südwestliche Winde, die gewöhnlich um Mittag zu wehen anfangen und bis 5 Uhr morgens anhalten; am Morgen und am Vormittag stellt sich dann in der Nähe der Küste ein schwacher Landwind ein. In dieser Jahreszeit regnet es selten, obgleich der Himmel mitunter Wochen lang mit Wolken bedeckt ist; nur in unmittelbarer Nähe der Küste bilden sich dichte Nebel, die sogenannten Garuas. Die Regenzeit ist westlich von Guayaquil und im südlichen Teile von Manabí sehr kurz, denn sie beginnt erst im Februar und zieht sich nach sechs Wochen, in denen vier oder sechs starke Güsse und einige schwache Regen fallen, schon wieder zurück; der Wind weht in dieser Zeit von N und NW, aber ist viel schwächer als der Sommerwind, und häufig tritt völlige Windstille ein. Weiter landeinwärts und besonders an den Abhängen der Kordillere ist die Regenzeit jedoch länger, da sie früher eintritt und sich später zurückzieht, und auch in der Trockenzeit fallen, namentlich bei Nacht, häufig Regen.

Auch im interandinen Gebiet, d. h. dem Gebiet zwischen den beiden Kordilleren, können wir dieselben zwei Jahreszeiten unterscheiden. Wir haben gesehen, daß schon in Columbien bei der Annäherung an die ecuadorianische Grenze die Trockenzeit des nördlichen Sommers sich auf einen Monat verkürzt, so daß sie nur noch als eine Unterbrechung der Regenzeit erscheint. Auch im inneren Ecuador ist eine Unterbrechung der Regenzeit um Weihnachten, die dem Johannisommer der nördlichen Halbkugel entspricht, noch wahrnehmbar, die Monate Dezember bis Februar zeigen einen Nachlaß der Regen an, aber im ganzen muß man doch die Regenzeit von Oktober bis Mai rechnen; die größten Regenmengen fallen von März bis Mai, also im Herbst der südlichen Halbkugel, wie sie entsprechend, z. B. in Carácas, im Herbst der nördlichen Halbkugel fallen.

Regenmessungen in Quito Oktober 1878 bis März 1881:

|                  | J. | F. | M.  | A.  | M.  | J. | J. | A. | S. | O.  | N. | D.  | Jahr |
|------------------|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|----|-----|------|
| Regentage . . .  | 14 | 13 | 17  | 25  | 20  | 10 | 6  | 11 | 9  | 24  | 11 | 14. | 169  |
| Regenmenge in mm | 78 | 84 | 107 | 154 | 114 | 42 | 20 | 66 | 48 | 104 | 94 | 79. | 990  |

Am Kamme der Ostkordillere ändert sich die Regenverteilung, und in den Thälern des Paute und Pastaza dringt die Regenverteilung des Ostabhanges auch ein Stück in das interandine Gebiet ein. Gerade während der Trockenzeit des Küstengebietes, nämlich von Mai bis Oktober, fallen hier merkwürdigerweise die meisten Regen, während die Regenzeit des Küstengebietes hier die weniger regenreiche Jahreszeit ist, in der es jedoch auch noch genug regnet.

Steigen wir nun in das östliche Tiefland hinab, so müssen wir uns erinnern, daß wir in dessen nördlichem Teil, den Llanos, eine scharfe Trennung zwischen einer Regenzeit bei nördlichem und einer Trockenzeit bei südlichem Stande der Sonne angetroffen haben. Die Grenze dieses Regengebiets liegt nach Codazzi (II, S. 168) unter 4° n. Br. Südlich davon regnet es fast das ganze Jahr, nur in den Monaten Januar bis März findet eine teilweise Unterbrechung statt,

im Juni und Juli sind die Regen am stärksten. Ähnlich schildert Codazzi (I, S. 446 f.) die Regenverhältnisse im Territorium Caquetá: die Regen beginnen im März, die Monate Mai bis August sind die Zeit starker Regen, von September bis Dezember werden die Regen durch einige Wochen guten Wetters unterbrochen.

Für das östliche Tiefland Ecuadors giebt Wolf (S. 398) dieselben zwei Jahreszeiten an, die Bates für das am Amazonenstrom weiter abwärts gelegene Ega geschildert hat. Die grössere Regenzeit dauert von Ende Februar bis Mitte Juni, die kleinere von Mitte Oktober bis Anfang Januar. Die Trockenzeit des südlichen Sommers dauert also zwei, die des nördlichen Sommers vier Monate. Wir befinden uns noch im äquatorialen Regengebiet, aber es läßt doch den Übergang zum südtropischen Regengebiet erkennen. Die Regenverteilung ist nicht wesentlich verschieden von der von Quito, wo im südlichen Sommer ja auch die Regen etwas nachlassen. In dem etwas südlicher gelegenen Iquitos dagegen finden wir nach den Beobachtungen von Galt<sup>1)</sup> nur noch eine Regenzeit, die Anfang oder Mitte November beginnt und im Juni endet, und eine trockene Jahreszeit von Mitte Juni bis November. In der Regenzeit sind die Winde veränderlich, wenn auch NW am häufigsten ist, in der trockenen Jahreszeit herrscht der SO-Wind vor. Es sind die Wind- und Regenverhältnisse des südtropischen Regengebiets.

Der ganze südliche Teil des Tieflandes ist noch wenig erforscht, und es sind mir bis zum Gebiete des Beni (12° s. Br.) keine Beobachtungen über die Regenverhältnisse bekannt. Hier aber herrscht nach mündlichen Mitteilungen, die ich besonders Herrn Kellner in Sorata verdanke, ein ausgesprochener Gegensatz zwischen einer nassen Jahreszeit im Sommer und einer trockenen Jahreszeit, in der die Niederschläge zwar nicht ganz fehlen, aber spärlich sind, im Winter. Dies Verhältnis tritt uns auch in den Regenbeobachtungen entgegen, die Patzer Armentia ein Jahr lang am Beni angestellt hat:<sup>2)</sup>

|           | J. | F. | M. | A. | M. | J. | J. | A. | S. | O. | N. | D. | Jahr |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Regentage | 10 | 15 | 19 | 7  | 7  | 1  | 1  | 2  | 7  | 16 | 16 | 22 | 123  |

Es ist also ganz das Klima der Llanos, nur auf die südliche Halbkugel übertragen. — Der Gran Chaco liegt außerhalb unserer Untersuchung.

Die Regenverhältnisse der peruanischen Anden sollen hier nur in großen Zügen dargestellt werden, ohne erschöpfende Verwertung der in der Litteratur verstreuten klimatologischen Mitteilungen, sondern wesentlich auf Grund meiner persönlichen Eindrücke. Die peruanischen Anden zeigen, so weit wir wissen, in ihrer Längsrichtung nicht nur bis zum Busen von Arica, sondern darüber hinaus im bolivianischen und chilenischen Staatsgebiet eine große Übereinstimmung der

<sup>1)</sup> Vergl. Hann, Handbuch der Klimatologie S. 372.

<sup>2)</sup> Met. Zeitschr. Bd. 7, S. 309.

Regenverhältnisse, nur dafs nach Süden hin die Trockenheit allmählich zunimmt. Dagegen macht sich in der Querrichtung eine Gliederung in mehrere bandartig verlaufende Regenzonen, wie wir sie schon in Ecuador, wenn auch weniger ausgesprochen, kennen gelernt haben, auffallend bemerkbar.

Der Ostabhang, der aus dem Tieflande des Amazonasstroms und Ucayali und der Nebenflüsse des Madeira aufsteigt, ist sehr regenreich. Es regnet das ganze Jahr hindurch, aber man kann doch auch hier, wenigstens im südlicheren Teil, eine Regenzeit und eine trockenere Zeit unterscheiden, die in ihrer Lage durchaus der Regenzeit und Trockenzeit im Benigbiet entsprechen. Die Regenzeit beginnt, z. B. in den Yungas von La Paz, etwa Anfang November und dauert bis zum April; die Regengüsse sind meist mit Gewittern verbunden und sollen mehr in der Nacht als bei Tag fallen. Die Trockenzeit fällt in den Winter, aber auch in ihr regnet es mehr oder weniger, und es wurde in den Yungas von La Paz als etwas durchaus Ungewöhnliches betrachtet, dafs im Jahre 1888 von Juli oder August bis Anfang November kein Regen gefallen war. Besondere Beachtung verdient der tägliche Luftwechsel, hinter dem die allgemeinen Luftströmungen vollkommen zurücktreten. Er ist besonders in der Trockenzeit entwickelt und kommt dann auch in den Feuchtigkeitsverhältnissen zu deutlichen Ausdruck. In den Vormittagsstunden setzt der Thalwind ein und führt bedeutende Nebelmassen herauf, die kurz vor Mittag auch den Kamm einhüllen. Im Laufe der Nacht dreht sich der Wind um und weht von den Bergen herab, und damit tritt Aufklärung ein. Seltener bleiben die Wolken in der Nacht oder fallen als Regen nieder. In der Regenzeit dagegen ist die nächtliche Aufklärung eher als Ausnahme und nächtlicher Regen als die Regel betrachten; die aufsteigende Luftbewegung mit ihren Folgen trägt den Sieg davon.

Der Kamm der Ostkordillere bildet eine scharfe Wetterscheide, und nur da, wo er Lücken hat, wie in der Gegend von Cuzco, finden sich klimatische Übergangsgebiete. Westlich davon, auf dem Titicacahochlande und in den großen Thälern der peruanischen Sierra, ist das Klima viel weniger feucht, und der Gegensatz zwischen Regenzeit und Trockenzeit ist fast ebenso scharf ausgeprägt wie in den Ebenen am Beni. Die Dauer der Regenzeit scheint sich von N nach S zu verkürzen; auf dem Titicacahochland umfaßt sie nur die vier Monate Dezember bis März, während in den übrigen Monaten fast beständig klarer Himmel herrscht. Dieselbe Dauer der Regenzeit tritt uns auch aus den Regenschneemessungen entgegen, die Herr von Böck 1882—85 in Cochabamba angestellt hat.<sup>1)</sup>

|            |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |        |
|------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|--------|
|            | J.  | F. | M. | A. | M. | J. | J. | A. | S. | O. | N. | D.  | Jahr   |
| Regenmenge | 107 | 89 | 63 | 11 | 11 | 7  | 5  | 4  | 17 | 15 | 32 | 101 | 462 mm |

Die Niederschläge fallen meist als Platzregen oder Hagel oder auch Schnee in den Nachmittags- und Abendstunden. Den Tag über hat Ostwind vom Kamm

<sup>1)</sup> Met. Zeitschr. Bd. 5. (1888) S. 195. Vgl. Z. f. Met. Bd. 20, S. 370 u. 417.

der Ostkordillere her dicke Wolken über das Hochland geführt, dann schlägt der Wind plötzlich in Westwind um, und nun fallen bald furchtbare Güsse herab.

Auch in den rauhen, häßlichen Punas der Westkordillere ist der Sommer die Regenzeit, aber auch im Winter fällt häufig einmal Schnee, wenn auch von so andauernder Bewölkung und Befeuchtung wie am Ostabhange nicht die Rede ist, sondern im gröfseren Teile der Zeit der Himmel blau bleibt. Von besonderer Bedeutung für die Auffassung der Niederschläge und für das Verständnis der allgemeinen Luftbewegung ist der Umstand, dafs in der Westkordillere durchaus westliche Winde vorherrschen. Wolf (S. 404) berichtet schon für Ecuador, dafs auf dem Kamme der Ostkordillere östliche, auf dem Kamme der Westkordillere westliche Winde wehen, Tschudi<sup>1)</sup> erwähnt, dafs in den Punas des mittleren Perú fast das ganze Jahr über kalte W- und SW-Winde herrschen; ich habe im südlichen Perú dieselbe Beobachtung machen können, und zahlreiche Reisende teilen sie uns auch aus der Atacama und den chilenischen Anden mit. Auch diese Winde sind, ebenso wie die Ostwinde der Ostkordillere, als aufsteigende Tagwinde anzusehen, denn sie erreichen ihre gröfste Kraft in den Nachmittagsstunden und lassen in der Nacht und am Vormittag nach. Von jahreszeitlichen Veränderungen darin habe ich nichts gehört.

Am Westabhang fehlen wieder die winterlichen Regen, und auch die Regen des Sommers sind nur noch spärlich. Der Westabhang gehört demselben Regentypus an wie das Land zwischen den beiden Kordilleren, ist aber trockener; in den Jahren 1887—89 hatte man überall trockeneres Wetter als gewöhnlich gehabt, aber nur am Westabhang hatte es eigentliche Dürre zur Folge. Und je weiter wir nach Westen hinabsteigen, um so dürftiger werden die Niederschläge. Die grofse Längsebene (Pampa), welche an den meisten Stellen die Westkordillere von einer verhältnismäfsig niedrigen Küstenkordillere trennt und etwa 1000 bis 1500 m über dem Meeresspiegel liegt, ist vollkommen regenlos oder erhält doch nur alle sechs, acht, zehn Jahre einmal einen Regengufs. Auch die Küstenkordillere und die Küste selbst nehmen an der Regenlosigkeit teil, aber sie werden in den Wintermonaten durch dichte Nebel (Garuas oder Camanchacas) befeuchtet. Diese Nebel reichen aber höchstens fünf Meilen landeinwärts und erheben sich, auch wenn sie als dicke Wolken den Kamm der Küstenkordillere umhüllen, nicht höher als etwa 1200 m über den Meeresspiegel, so dafs man von der inneren Ebene aus beinahe über sie hinwegsehen kann. Je nach örtlichen Verhältnissen sind verschiedene Küstenstellen mehr oder weniger nebelreich, und auch nach den Jahren bestehen grofse Verschiedenheiten. Die Tabelle giebt die Zahl der ganz trüben Tage für Lima im Jahre 1869 an:<sup>2)</sup>

| J. | F. | M. | A. | M. | J. | J. | A. | S. | O. | N. | D. | Jahr |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| 7  | 0  | 4  | 0  | 9  | 16 | 27 | 25 | 20 | 15 | 6  | 7  | 136. |

<sup>1)</sup> J. J. v. Tschudi, Perú. St. Gallen, 1846. Bd. 2, S. 380.

<sup>2)</sup> Vergl. Zeitschr. f. Meteorologie VI, S. 175, IX, S. 332 und XVI, S. 105.



Die von diesen Nebeln dem Boden gesendete Feuchtigkeit läßt sich auch messen, aber es liegen bisher noch keine zuverlässigen Messungen vor.

Nach den Zusammenstellungen von Scott<sup>1)</sup> fallen auf dem Ocean nicht ganz selten Niederschläge; zwischen 15° und 30° s. Br., 70° und 100° w. L. Gr. wurde bei etwas mehr als 10 % aller Wetterbeobachtungen Regen verzeichnet, aber es handelt sich dabei wahrscheinlich nicht um wirklichen großtropfigen Regen, sondern um feinen nebelartigen Nieselregen. Ein Unterschied nach den Jahreszeiten ist nicht zu erkennen. Die mittlere Bewölkung in dem genannten Gebiet beträgt nach derselben Quelle 6,9.

In den tiefen Thälern, die in den Westabhang und die Längsebene eingeschnitten sind, wechseln aufsteigende Tagwinde mit absteigenden Nachtwinden regelmässig ab, aber die aufsteigenden Tagwinde sind hier nicht, wie am Ostabhang, Feuchtigkeitsspender; wohl sieht man sie gelegentlich von der Küste aus tiefliegende Wolken landeinwärts führen, aber diese Wolken setzen sich nicht an den Hängen fest, sondern werden aufgelöst. Auch an der Küste ist ein Wechsel zwischen Tag- und Nachtwind wahrnehmbar; bei Tage weht der Südwind, der nach dem Lande abgelenkt wird, also ein Südwestwind wird, bei Nacht flaut er ab, oder der Wind weht sogar direkt vom Lande her. Auf offener See läßt sich dagegen ein solcher Wechsel nicht mehr spüren, und der Wind hat rein südliche bis südöstliche Richtung.<sup>2)</sup> Dieser Südwind ist also die allgemeine Luftströmung, die an der peruanischen Küste herrscht und durch den Gegensatz von Land und Meer, Gebirge und Tiefe nur abgelenkt und unterbrochen wird. Auch in der großen Längsebene herrscht durchaus S- bis SW-Wind vor, wie uns neben der unmittelbaren Anschauung die Form der Sanddünen (Médanos) lehrt. Nur im Winter, von April bis August, wird der Südwind häufig durch schwache nördliche Winde unterbrochen. Ihr Auftreten fällt also mit der Zeit der Nebel zusammen, und Findlay<sup>3)</sup> hebt, nach Fitzroy und Lartigue, ausdrücklich hervor, daß sie von dicken Nebeln und düsterem Wetter begleitet werden.

Je weiter südlich wir kommen, um so spärlicher werden die Regen in der ganzen Breite der Andenkette. Am Ostabhang hören die eigentlich tropischen Regen in der Breite von Tarija (22° s. Br.) auf, und etwas südlich von Tucuman, etwa unter 28° s. Br., werden die Regen geradezu spärlich. Das bolivianische Hochland ist trockener als das Titicacahochland, wozu aufer der südlicheren Lage wohl auch seine gröfsere Breite beiträgt; die Kordillere von Atacama hat auch noch vorherrschende Regen im Sommer, aber ihre Zahl und Ausgiebigkeit ist gering. Selbst das Küstengebiet ist womöglich noch dürre als in Perú. Erst

---

<sup>1)</sup> Scott, Contributions to our knowledge of the meteorology of Cape Horn and the West Coast of South America, London, 1871.

<sup>2)</sup> Vergl. Fitzroy, South America Pilot II, S. 374. Lartigue bei Findlay, South Pacific directory, S. 968 f.

<sup>3)</sup> South Pacific directory, S. 966 f.

ungefähr unter  $27^{\circ}$  beginnen, zunächst ganz vereinzelt, die winterlichen Regenfälle, welche das mittlere Chile charakterisiren und uns aus den Tropen hinausführen.

Innerhalb der tropischen Anden können wir demnach vier Regengebiete unterscheiden: das nordtropische mit einfacher Regenzeit bei nördlichem Sonnenstand, das äquatoriale mit doppelter Regenzeit bei und nach den Durchgängen der Sonne durch den Äquator, das südtropische mit einfacher Regenzeit bei südlichem Sonnenstand und, mit diesem verbunden, ein regenloses Gebiet, von dem nur ein schmaler Streifen durch Winternebel befeuchtet wird. Natürlich sind die verschiedenen Regengebiete nicht scharf von einander getrennt, sondern gehen allmählich in einander über. Wie die nachstehende Darstellung zeigt, tritt im

### Verlauf der Regenzeiten.

|   | Januar | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | September | Oktober | November | Dezember |
|---|--------|---------|------|-------|-----|------|------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Nordküste. Gebiet von Barquisimeto<br>Llanos. Kordillere von Mérida. Nördliches Columbien . . . . . |        |         |      |       |     |      |      |        |           |         |          |          |
| Kordillere von Bogotá $4-8^{\circ}$ n. Br. .  |        |         |      |       |     |      |      |        |           |         |          |          |
| Bergland von Antióquia . . . . .  |        |         |      |       |     |      |      |        |           |         |          |          |
| Caucathal . . . . .   |        |         |      |       |     |      |      |        |           |         |          |          |
| Südliches Columbien (Gegend von Túquerres) . . . . .  |        |         |      |       |     |      |      |        |           |         |          |          |
| Interandines Ecuador . . . . .  |        |         |      |       |     |      |      |        |           |         |          |          |
| Peruanische Sierra. Titicacahochland  |        |         |      |       |     |      |      |        |           |         |          |          |

— starke Regen.      - - - leichtere Regen.      weiß: wenig oder keine Regen.

nordtropischen Regengebiet zunächst eine kurze Unterbrechung, gewöhnlich in der zweiten Hälfte des Juni, der sogenannte Johannisommer, auf. Je weiter südlich wir kommen, um so länger wird sie. Wo sie sich über eine Zeitspanne von mehr als zwei Monaten erstreckt, können wir sie als eine besondere Trockenzeit unterscheiden, und damit haben wir das äquatoriale Regengebiet betreten. In dessen Mitte dauern beide Regenzeiten je drei Monate. Weiter südlich verkürzt sich die Trockenzeit des südhemisphärischen Sommers und erscheint nur noch als eine Unterbrechung der südtropischen Regenzeit, als der kleine Weihnachtsommer (veranito de la Navidad), bis sie schließlich ganz verschwindet.

Die Grenzziehung zwischen den vier Regengebieten muß daher bis zu einem gewissen Grade willkürlich sein. Dazu kommt noch, daß unsere gegen-

wärtige Kenntnis großenteils nicht auf zuverlässigen Stationsbeobachtungen, sondern auf allgemeinen Mitteilungen beruht, die von der verschiedenen Auffassungsweise der Berichterstatter abhängig sind. An einzelnen Stellen ist es überhaupt noch nicht möglich, die Grenze auszuzeichnen, an anderen wird sie sich mit dem Zuflusse besserer Beobachtungen verschieben; überall muß man sich die Grenze verschwimmend denken, und nur die Rücksicht auf die Klarheit der Darstellung hat mich verhindert, sie auch so zu zeichnen.

Die Grenze zwischen dem nordtropischen und dem äquatorialen Regengebiet liegt im nördlichen Columbien (Neu-Granada) in  $7-8^{\circ}$  n. Br., weiter östlich biegt sie aber plötzlich nach Süden um und verläuft ungefähr bis  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  auf dem Hauptkamm der Kordillere von Bogotá, um dann in östlicher bis ostnordöstlicher Richtung über das Tiefland hinüber zum Bergland von Guayana zu ziehen. Die Grenze des äquatorialen Regengebiets gegen das südtropische Regengebiet fällt im Küstentiefland ungefähr mit der Grenze der Provinzen Esmeraldas und Manabí zusammen. In den Anden verläuft sie etwas nördlich von der columbianisch-ecuadorianischen Staatsgrenze, da man in Túquerres kaum noch von zwei Trockenzeiten sprechen kann. Was wir von den Regenverhältnissen des Ostabhanges der ecuadorianischen Anden wissen, will sich dem allgemeinen Bild nicht einfügen. Im östlichen Tiefland von Ecuador treffen wir noch zwei Regenzeiten, aber in Iquitos ( $4^{\circ}$  s. Br.) scheinen die Regenverhältnisse schon südtropisch zu sein, und in der Ebene des Beni wie in den peruanischen Anden steht eine Regenzeit im Sommer der südlichen Halbkugel einer Trockenzeit schroff gegenüber. Die äußere Grenze des südtropischen Regengebietes kann in den Anden ungefähr in  $27^{\circ}$  s. Br. gezogen werden.

Neben den normalen Regen, wie wir die Regen während und nach dem Zenithstande der Sonne in den Tropen wohl nennen können, treten an vielen Stellen, besonders an den Gebirgshängen und über ausgedehnten Waldgebieten, andere Regen auf, die teils die Regen der Regenzeit verstärken und vermehren, teils während der Trockenzeit fallen und aus dieser eine weniger nasse Jahreszeit machen. Solche Regen finden wir am Nordabhang der venezolanischen Küstenkordillere und des Gebirges von Santa Marta, wir finden sie über dem Waldgebiete, das den südlichen Teil des Sees von Maracaibo umgiebt, wir finden sie am nördlichen und teilweise auch am südlichen Hang der Kordillere von Mérida und an sämtlichen äußeren Hängen der Kordillere von Bogotá und in geringerem Grade auch in den inneren Teilen der beiden Gebirge; wir begegnen ihnen genau in derselben Weise im Berglande von Antioquia, an beiden Hängen der columbianischen Centrakordillere und in besonderem Maße im ganzen Küstengebiet des stillen Oceans bis an den Kamm der Westkordillere, nach Süden hin auch noch die ecuadorianische Provinz Esmeraldas umfassend. Weiter südlich zieht sich der Regenreichtum von der Küste auf den Gebirgshang zurück, um im südlichen Ecuador auch von diesem zu verschwinden. Dagegen behält der Ost-

abhäng seinen großen Regenreichtum durch ganz Perú und Bolivien hindurch bis nach Argentinien hinein. Das östliche Tiefland scheint etwa von  $4^{\circ}$  n. Br. bis ungefähr  $10^{\circ}$  s. Br. besonders regenreich zu sein, doch sind wir über die Natur dieser Regen noch wenig unterrichtet.

Umgekehrt sind manche Gebiete auch besonders regenarm, ja regenlos. In der Trockenzeit fehlen Regen ganz, und auch die Regen der Regenzeit werden immer spärlicher, bis sie aufhören. Einzelne Stellen der Nordküste, die Goajirahalbinsel, der Nordrand des Sees von Maracaibo, das Hügelland von Coro, wie weiter östlich Cumaná und die Halbinsel Araya und die Inseln unter dem Winde scheinen sehr regenarm zu sein. Und das ganze peruanisch-chilenische Küstengebiet von dem Busen von Guayaquil bis  $27^{\circ}$  s. Br. ist, von dem schmalen Bereiche der Küstennebel abgesehen, vollkommen regenlos. Sowohl an seiner nördlichen wie an seiner östlichen Grenze geht es durch regenarme Gebiete in das Gebiet der gewöhnlichen südtropischen Sommerregen über.

Aber die normalen tropischen Regenverhältnisse erleiden nicht nur viele örtliche Abweichungen, sondern zeigen auch im Laufe der Zeit viel größere Unterschiede, als man sich oft vorstellt. Die tropischen Jahreszeiten sind in dieser Beziehung kaum wesentlich von den außertropischen verschieden. Ein so ausgezeichnete Kenner wie Dr. Wolf, der zwanzig Jahre in Ecuador gelebt hat, hebt (S. 401) die Verschiedenheit der Jahrgänge mit scharfen Worten hervor und erinnert z. B. an das Jahr 1877, in dem die Trockenzeit kaum zwei Monate dauerte, so daß man von drei auf einander folgenden Regenzeiten sprach. Im südlichen Perú waren die Jahre 1887—89 ausnahmsweise trocken, und es ließen sich aus Berichten und Tabellen noch manche ähnliche Beispiele anführen.

## II.

Das Klima der Tropen wird bekanntlich von einem Kreislauf der Luft beherrscht, der in einer aufsteigenden Bewegung oder Auflockerung im Gebiete der größten Erwärmung, einem Abfließen der aufgestiegenen Luft in den oberen Luftschichten und einem Zuströmen der Luft an der Erdoberfläche von einem in mittlerer Breite gelegenen Gebiete hohen Luftdrucks besteht. Der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne entsprechend verschieben sich im Lauf des Jahres auch das Auflockerungsgebiet und das Gebiet hohen Luftdrucks nebst den sie verbindenden Winden. Wäre die Erde ganz von Wasser bedeckt, so würden sich diese Wind- und Regenzone gürtelartig um den Erdball schlingen. Zu beiden Seiten eines äquatorialen Kalmengürtels würden die Passatwinde zwei zusammenhängende Zonen bilden, und nach außen würden zwei Gürtel mit hohem Luftdruck die Luftbewegung der Tropen abschließen. Die jährliche Bewegung der Gürtel würde gering sein, nicht nur, weil das Wasser sich langsam erwärmt



und das Gebiet der größten Erwärmung sich deshalb nicht weit vom Äquator entfernt, sondern auch, weil die Passatwinde mit großer Kraft und Beständigkeit wehen und es schwer zu einer aufsteigenden Luftbewegung kommen lassen. Bestände die Erde dagegen ganz aus Land, ohne große Unterschiede der Bodengestaltung und Bodenbeschaffenheit, so würden sich die Gürtel gleichfalls über die ganze Erde schlingen, aber ihr jährlicher Ausschlag würde größer sein, weil sich das Land leichter erwärmt und weil der Wind mehr gehemmt wird und es deshalb eher zu aufsteigender Luftbewegung kommt. Und das würde um so mehr der Fall sein, je unebener der Boden wäre, während große Ebenen eine Mittelstellung zwischen Bergländern und den Meeren einnehmen. Über festem Land, besonders von unebener Beschaffenheit, würde sich also die Auflockerung im Sommer der betreffenden Halbkugel in ein Gebiet erstrecken, in dem im Winter der Passatwind weht.

In der Wirklichkeit wechseln, auf welchem Parallelkreis wir auch um die Erde wandern mögen, Land und Meer mit einander ab, und zwar sind in den Tropen, um die es sich uns handelt, Land und Meer ziemlich gleichmäßig verteilt. Statt zusammenhängender, den ganzen Erdball umziehender Gürtel sehen wir also einen Wechsel zwischen oceanischer und festländischer Luftbewegung, und infolge davon tritt zu dem Luftaustausch zwischen verschiedenen Breiten ein Luftaustausch zwischen Land und Meer hinzu. Im Sommer ist das Land in den Tropen viel stärker erwärmt als das Meer, seine aufgelockerte Luft übt daher auf die Luft des Meeres eine ähnliche Anziehung aus wie das äquatoriale Auflockungsgebiet, die Luftbewegung ist von dem über den Meeren liegenden subtropischen Gebiet hohen Luftdrucks sowohl nach den Festländern wie nach dem Äquatorialgürtel der Meere gerichtet. Auch im Winter bleibt das Land in den Tropen im allgemeinen eher wärmer als das Meer, aber der Unterschied der Erwärmung ist gering, deshalb ist auch der Luftaustausch zwischen Land und Meer verhältnismäßig unbedeutend, die hauptsächliche Luftbewegung ist vielmehr von Land und Meer gemeinsam nach den Auflockungsgebieten der anderen Halbkugel, die jetzt Sommer hat, gerichtet, der typische Zustand einer die ganze Erde umschlingenden Passatzone und eines zusammenhängenden Gürtels hohen Luftdrucks an ihrem äußeren Rande ist jetzt, wenigstens auf der südlichen Halbkugel, wo der Gegensatz der höheren Breiten nicht störend eingreift, annähernd verwirklicht.

Für das klimatische Verhältnis der Festländer zu den Meeren ist aber auch der Einfluss der Erdrotation auf die Luftströmungen von hervorragender Bedeutung, besonders im Sommer, wo auf gleicher Breite so große Gegensätze bestehen. Wäre die Erde ruhend, so würden die subtropischen Gebiete hohen Luftdrucks, die sowohl von den Äquatorialzonen der Meere wie von den Auflockungsgebieten der Festländer gespeist werden, über der Mitte der Ozeane liegen; durch die Einwirkung der Erdrotation werden sie auf ihre östliche Seite

gerückt<sup>1)</sup>. Diese meist viel zu wenig gewürdigte Erscheinung ist eine der wichtigsten Thatsachen der Klimatologie der Tropen, weil durch sie die Lage der oceanisch-tropischen und der festländisch-tropischen Klimagebiete bedingt ist. Auf den Ostseiten der Oceane herrscht der Passat, der nur in unmittelbarer Küstennähe etwas zu den Auflockerungsgebieten der Festländer hin abgelenkt, aus dem südöstlichen Winde also ein südlicher und südwestlicher Wind (auf der südlichen Halbkugel) wird. Auf dem westlichen Teil der Oceane dagegen herrschen Winde, die nach den Auflockerungsgebieten der benachbarten Festländer gerichtet sind, und die man deshalb als monsunartige Winde bezeichnet hat. Die Winde auf den Ostseiten der Oceane oder an den Westküsten der Festländer kommen aus höheren Breiten, haben wahrscheinlich eine absteigende Tendenz und sind kühl, die Winde auf den Festländern und den westlichen Teilen der Oceane kommen aus niederen Breiten, haben aufsteigende Tendenz und sind warm.

Mit dieser Verschiedenheit der Windrichtungen steht eine ähnliche Verschiedenheit der Meeresströmungen im Zusammenhang. Die südlichen Winde der Westküste erzeugen nordwärts gerichtete Strömungen, die zwar nicht aus antarktischen Gegenden, aber doch aus höheren Breiten kommen und deshalb kühl sind, und an deren Rande auch, weil sie ablandig sind, kaltes Tiefenwasser hervortreten scheint<sup>2)</sup>. An der Ostküste finden wir dagegen südlich setzende, warme Strömungen, die sich aus dem Äquatorialstrom entwickeln. Die Meeresströmungen beeinflussen also die Temperatur im gleichen Sinn wie die Winde, d. h. erniedrigend an den Westküsten, erhöhend an den Ostküsten der Festländer, und tragen dazu bei, den Gegensatz zwischen oceanisch-tropischem Klima oder, wenn man lieber will, Passatklima, und festländisch-tropischem Klima oder Monsunklima zu verschärfen.

Die Bildung von Regen hängt vor allem davon ab, ob eine aufsteigende Bewegung der Luft vorhanden ist, denn nur bei einer solchen tritt die Abkühlung der Luft, die die notwendige Bedingung jeden Niederschlags ist, in genügendem Maße ein. Kommt die Luft aus niederen Breiten oder überhaupt aus wärmeren Gegenden, so wird dadurch der Niederschlag begünstigt, kommt sie aus höheren Breiten oder sonst aus kühleren Gegenden, so muß sie sich zu größerer Höhe erheben, ehe sich die Feuchtigkeit verdichtet. Luft, die eben vom Meere kommt, wird, unter sonst gleichen Umständen, reichlichere Regen geben können als Luft, die schon lange über das Land geweht hat. Über warmen Meeren sättigt sich die Luft mit mehr Feuchtigkeit als über kalten.

<sup>1)</sup> A. Hettner, das Klima von Chile. 1. Teil. Straßburger Dissertation, 1881, S. 19f.

<sup>2)</sup> Über die peruanische Küstenströmung s. A. Hettner, das Klima von Chile, S. 37 ff. Hoffmann, Mechanik der Meeresströmungen. Berlin, 1884, S. 73 ff. Krümmel, Oceanographie, Bd. 2, S. 509 ff.

Die Bedingung einer aufsteigenden Luftbewegung ist, wenn wir von den durch die Bodengestaltung verursachten Störungen vorläufig absehen, in den Auflockerungsgebieten in hohem Maße erfüllt; sie fehlt dagegen in den Gebieten regelmäßiger Passatwinde, in denen ja auch die Meeresoberfläche verhältnismäßig kühl ist. Die Niederschläge werden sich daher ebenso wie die Windgürtel mit den Jahreszeiten verschieben; in der Nähe des Äquators werden wir zwei Regenzeiten während und nach den beiden Durchgängen der Sonne, nördlich und südlich davon nur eine Regenzeit zur Zeit des höchsten Sonnenstandes treffen. Aber die Verschiebung wird über den Ozeanen und Festländern in sehr verschiedener Weise vor sich gehen. In dem ozeanisch tropischen Klima werden die Niederschläge in der Nähe des Äquators bleiben, während nach Norden und Süden Gebiete folgen, die das ganze Jahr über regenarm sind. In dem festländisch-tropischen Klima dagegen werden die Niederschläge des Sommers viel weiter nach den Wendekreisen zu und über diese hinaus vordringen, und somit zu beiden Seiten eines äquatorialen Regengebietes mit doppelter Regenzeit Gebiete tropischer Sommerregen mit regenarmen Wintern folgen. Bei größerer Entfernung vom Äquator werden die Sommerregen allmählich spärlicher werden und das Gebiet der Sommerregen in ein regenloses Gebiet oder auch gleich in das subtropische Gebiet der Winterregen übergehen; nur in ausgedehnten Festlandsmassen werden sie weit in die gemäßigste Zone hineinreichen. Auch nach Westen hin wird beim Übergang in das ozeanisch-tropische Klimagebiet eine Abnahme der Sommerregen erfolgen müssen, weil an Stelle der monsunartigen Winde mehr und mehr die passatartigen Winde treten, und weil die monsunartigen Winde schon das ganze Festland überweht haben und in Folge davon abgeregnet sind.

Das südliche Afrika, das einfach gestaltet und von keinem anderen Festlande abhängig ist, das zwar nicht eben ist, aber kein eigentliches Kettengebirge besitzt, läßt uns die typischen Verhältnisse eines tropischen Festlands ziemlich gut erkennen: am Äquator reichliche Niederschläge, grofsenteils bei doppelter Regenzeit, südlich davon ein Gebiet mit einfacher sommerlicher Regenzeit, das sowohl nach Süden wie nach Westen hin eine ganz allmähliche Verkürzung der Regenzeit und Abnahme der Regenmengen zeigt und nach Süden hin in das subtropische Gebiet der Winterregen, nach Westen in das regenlose Gebiet der Westküste übergeht.

Auch Südamerika ist seiner Lage und Gestalt nach im ganzen ein typisches tropisches Festland, denn der schmale Zipfel, mit dem es in die südliche gemäßigste Zone hineinragt, hat auf das Klima des tropischen Teils nur geringen Einfluß. Von größerer Bedeutung ist, daß Südamerika im Norden noch innerhalb der Tropen von einem Mittelmeere begrenzt wird. Noch mehr ist es aber von Südafrika durch seine verwickeltere Bodengestaltung, durch den Wechsel von Tiefebene und Bergländern und besonders durch das Auftreten eines grofsen Kettengebirges an der Westseite unterschieden.

Das karaibische Meer, in dessen südlichem Teil das ganze Jahr über passatartige Winde und Regenarmut vorzuherrschen scheinen, begrenzt das nordtropische Regengebiet, jedoch scheinen die Küstenebenen von Venezuela grofsenteils noch sehr regenarm und die Regen der Gebirgshänge grofsenteils Steigungsregen zu sein; dadurch soll sich nach Sievers auch die eigentümliche Tatsache erklären, dafs die Regen des östlichen Teiles von Coro hauptsächlich im Winter fallen (s. oben S. 203 f.). Die Grenze des nordtropischen gegen das äquatoriale Regengebiet zeigt sich in ihrem Verlauf von der Bodengestalt abhängig. In den Llanos des Orinoco kann sich der NO-Passat ungehindert entfalten und erschwert das Entstehen aufsteigender Luftbewegung, die daher erst spät im Frühling die Oberhand gewinnt und im Herbst bald wieder aufhört. In dem Andenland und an der Westküste, die unter dem Schutze des weit nach NW vorspringenden gebirgigen Mittelamerika liegt, fehlt der Passat oder ist doch nur schwach entwickelt, die aufsteigende Bewegung der Luft und mit ihr die Regenzeit kann früher einsetzen und später aufhören. Auf der südlichen Halbkugel, die die normaleren Verhältnisse zeigt, ist dagegen der Passat oder ein passatartiger Wind gerade an der Westküste voll entwickelt und läfst die Auflockerung nicht nur im Frühjahr und Herbst, sondern auch im Sommer nur wenig nach Süden vordringen, während im Innern des Festlandes, in den Anden und auch in den Tiefebene, die durch die Bergländer von Guayana und von Brasilien vom Meere abgeschlossen sind, der Passat fehlt und die sommerliche Auflockerung der Luft sich weit nach Süden erstreckt.

In den Anden selbst sind die Luftbewegungen leider noch sehr wenig studirt, aber nach dem, was wir heute wissen, treten wenigstens an der Erdoberfläche die allgemeinen Winde hinter örtlichen Winden sehr zurück und kommen nur an den Luvsciten teilweise zur Geltung; es ist aber auch dort schwer, sie von den aufsteigenden Tageswinden zu unterscheiden. Sievers läfst an der Nordseite des Gebirges von Santa Marta ebenso wie der Kordillere von Mérida und des venezolanischen Küstengebirges den NO-Passat heraufziehen, während er für die Südseite örtliche Winde annimmt. An allen äufseren Hängen der Kordillere von Bogotá steigt die Luft bei Tage hinauf und in der Nacht hinab, und es würde willkürlich sein, den aufsteigenden Tageswind der Ostseite und den absteigenden Nachtwind der Westseite als Passat zu bezeichnen. Auch in den peruanischen Anden bemerken wir nur diese örtlichen, durch die verschiedene Erwärmung des Gebirges und des Tieflandes hervorgerufenen Winde. Am Ostabhange und auf dem Kamme der Ostkordillere wehen bei Tag östliche, in der Westkordillere westliche Winde, und es wäre daher ungereimt, den Ostwind als Passat oder den Westwind als Antipassat auffassen zu wollen.

Auf die Niederschlagsverhältnisse haben diese örtlichen Winde aber merkwürdiger Weise nur geringen Einflufs. Die Regenverteilung ist thatsächlich fast genau so, als ob die Gebirge unter dem ausschließlichen Einflufs der allgemeinen



Luftbewegung ständen. In dem äquatorialen Regengebiet, in dem abwechselnd Winde aus verschiedenen Himmelsgegenden wehen, und noch etwas über seine Grenzen hinaus, sind alle äusseren, gegen das Tiefland gekehrten Hänge regenreich, wie sowohl die Kordillere von Bogotá nebst dem südlichen Teil der Kordillere von Mérida als die Anden des westlichen Columbiens und Ecuadors beweisen. In dem nordtropischen und südtropischen Regengebiet dagegen heben sich deutlich eine regenreiche Luvseite und eine regenarme Leeseite von einander ab. Die Nordseite des venezolanischen Küstengebirges und des Gebirges von Santa Marta ist sehr feucht, die Südseite dagegen trocken. Der Ostabhang der peruanischen Anden empfängt das ganze Jahr über Regen, wenn auch in der Regenzeit viel mehr als in der Trockenzeit; in dem Gebiet zwischen Ost- und Westkordillere sind die Regen viel spärlicher und auf die Regenzeit beschränkt; die Punas der Westkordillere zeigen wieder eine Zunahme der Niederschläge, welche aber nicht mit dem Regenreichtum des Ostabhanges zu vergleichen ist; ihr Westabhang hat dieselben Regen wie der interandine Raum, nur noch geringer, und beim Herabsteigen kommen wir in vollkommen regenloses Gebiet. Kurz, ganz wie in Afrika nimmt der Regen in westlicher Richtung allmählich ab, nur dafs die Abnahme an den nach Osten gekehrten Gebirgshängen durch örtliche Steigerung unterbrochen wird. Die Feuchtigkeit kommt also auch hier von Osten; der aufsteigende Tageswind des Westabhanges bringt keine oder doch nur in den höchsten Regionen spärliche Niederschläge, jedenfalls weil er aus der Ablenkung eines kühlen Passatwindes entsteht und auch von einem kühlen Meere kommt.

Die dicken, besonders im Winter häufigen Nebel des Küstenstreifens, die sogenannte Garuas oder Camanchacas, werden wohl durch eine Abkühlung der Luft über dem kalten Wasser der Küste hervorgerufen; es ist begreiflich, dafs sich diese Nebel bei äquatorialen Winden am leichtesten bilden. Sie erstrecken sich ebensoweit wie die kalte Meeresströmung und kehren auch an der afrikanischen Westküste und an anderen Küsten wieder, an denen kalte Strömungen vorhanden sind.

Einen gewissen Einflufs auf die Niederschläge übt auch die Pflanzendecke aus. Über Wald verdichtet sich in den Tropen die Feuchtigkeit der Luft leichter zu Nebel und Regen als in offener Landschaft, denn vom Boden strahlt hier viel mehr Wärme aus, welche die Feuchtigkeit auflöst; die am Boden oder in geringer Höhe liegenden Nebel und Wolken, welche nicht sehr starke, aber andauernde und darum für den Pflanzenwuchs besonders wichtige Regen liefern, können sich hier nicht bilden. Nun ist allerdings, wie wir im folgenden Abschnitt sehen werden, die Verbreitung des Waldes in erster Linie eine Wirkung der Regenverteilung, so dafs, wie es in der Natur so oft der Fall ist, eine Wechselwirkung stattfindet und eine Erscheinung, die zunächst die Ursache einer anderen Erscheinung ist, durch diese wieder verstärkt wird. Aber einzelne Wald-

gebiete finden sich auch in Gegenden, wo die Feuchtigkeit der Luft zunächst nicht ausreichen würde, um sie hervorzurufen, wo aber der Boden reiche Feuchtigkeit besitzt, und sie erzeugen dann, in ganz ähnlicher Weise wie Gebirgshänge, Nebel und Regen. Und umgekehrt vermindern sich Nebel und Regen, wo der Mensch den von der Natur hingestellten Wald vernichtet und offenes Land schafft, so daß der Mensch, dessen Verbreitung durch die Beschaffenheit der Pflanzendecke und somit durch die Regenverteilung in hohem Grade beeinflusst wird, auch wieder auf diese zurückwirkt und mit der Pflanzendecke auch das Klima ändert.

### III.

Die Pflanzendecke der tropischen Anden soll hier nicht nach allen Seiten hin, sondern nur in ihren Beziehungen zu den Regenverhältnissen betrachtet werden. Immer mehr hat sich die Überzeugung Bahn gebrochen, daß die Verbreitung der Wälder, Grasfluren und Gesträuchformationen und der Wüsten hauptsächlich durch die Regenverteilung bedingt ist, und die Aufgabe der folgenden Erörterungen soll es sein, die Richtigkeit dieser Meinung für das Gebiet der tropischen Anden zu prüfen oder, sagen wir es gleich, zu bestätigen und näher auszuführen.

Wir wollen uns zunächst wieder in grofsen Umrissen die Thatsachen der Verbreitung der Pflanzenbestände vergegenwärtigen. Diese Aufgabe ist nicht ganz so einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheint; denn es handelt sich natürlich nicht um die gegenwärtige, durch den Menschen beeinflusste Beschaffenheit der Pflanzendecke, sondern um die ursprüngliche Natur, wie sie ohne die Anwesenheit des Menschen sein würde und wohl auch vor der Ankunft des Menschen gewesen ist. Darüber aber fehlen natürlich alle direkten Zeugnisse; auch das Studium der Geschichtsschreiber der Entdeckungszeit führt uns nur einen kleinen Schritt zurück. Nur ein sorgfältiges vergleichendes Studium der besiedelten und der unbesiedelten Gegenden kann uns eine angenäherte Kenntnis des ursprünglichen Pflanzenkleides vermitteln. Die Mehrzahl der Reisenden und Geographen hat das aber ganz vernachlässigt, ja die Bedeutung der Frage scheint ihnen überhaupt nicht zum Bewußtsein gekommen zu sein. Es läßt sich daher an vielen Stellen nicht bestimmen, ob die Waldlosigkeit natürlich oder vom Menschen verursacht ist.

Die Llanos des Orinoco sind, mit Ausnahme des Deltalandes und einiger Partien unmittelbar am Fufse der Kordillern, grofse Grasfluren, die nur an den Rändern der Flüsse und an den Teichen und Tümpeln von Waldstreifen und Baumgruppen unterbrochen werden. Humboldt bemerkt (Reise, Kap. 17), daß sie im 15. Jahrhundert ohne Zweifel nicht so kahl gewesen seien wie jetzt, weil

bei den Bränden, die man zur Verbesserung der Weide in jeder Trockenzeit anzündet, auch die zerstreuten Baumgruppen zerstört werden, und wohl auch, weil das Vieh die jungen Baumsehöfslinge abfrisst; man will beobachtet haben, daß die Verminderung des Viehstandes während der Unabhängigkeits- und Bürgerkriege auch eine Zunahme des Baumwuchses zur Folge gehabt hätte. Aber die Llanos sind, wie Humboldt mit Recht hinzufügt, doch immer Savannen gewesen, denn das Fehlen des Waldes ist klimatisch begründet. Auch die Gras- und Krautvegetation verdorrt in der Trockenzeit, und die Ebenen erhalten dann fast das Aussehen einer Wüste. Bäume können bei einer halbjährigen ausgeprägten Trockenzeit nicht bestehen, außer wo sie im Boden die genügende Feuchtigkeit finden. Diese Bedingung ist aber nur an den Flußläufen und im Deltaland sowie am Fufse der Kordilleren erfüllt, da hier die vom Gebirge herabkommenden Flüsse und Bäche viel Feuchtigkeit im Boden verlieren und außerdem die Steigungsregen schon ein Stück vor dem Gebirgshange zu beginnen pflegen.

In dem Küstengebirge von Venezuela ist der Nordabhang dicht bewachsen, während das Küstenland nur Cacteengebüsch trägt und ziemlich wüstenartig ist; auch die inneren Thäler haben ehemals wohl mehr Wald gehabt, der vom Menschen vernichtet worden ist, aber die vorhandenen Bäume werfen doch in der Trockenzeit ihr Laub ab, mit Ausnahme solcher Bäume, welche glänzende, stark lederartige Blätter haben, und treiben erst beim Herannahen der Regenzeit wieder frisches Laub. Noch kahler scheint der gegen die Llanos gerichtete Südabhang zu sein.<sup>1)</sup>

In der Senke von Barquisimeto dringt die Savannenvegetation fast bis an die Küste vor, weiterhin ist aber der Südabhang der Kordillere von Mérida bewaldet und um so mehr, je mehr wir an ihr nach Südwesten wandern. Die inneren Thäler der Kordillere sind, gegenwärtig wenigstens, waldarm, dagegen ist der ganze Nordabhang mit einem dichten üppigen, Urwald bedeckt, der sich von da in das sumpfige Tiefland am Maracaibosee herabzieht.<sup>2)</sup> In dem ganzen Gebiet von Barquisimeto und Coro und an dem Nordrand des Sees von Maracaibo treffen wir nur eine dürftige, häßliche Vegetation von Cacteen und Dornsträuchern, die nur an den Flußufern von Waldwuchs unterbrochen wird.

Diese Halbwüste setzt sich durch die Goajirahalbinsel auch in die Ebene von Riohacha und an den Nordfuß des Gebirges von Santa Marta und durch das niedrige Bergland von Treinta nach der Südseite des Gebirges fort. In diesem besteht ein sehr auffallender Gegensatz der walddreichen Nordseite gegen die waldarme Südseite, der durchaus dem Gegensatz der Regenmengen entspricht. Auf der Südseite sind nur wenige Berghänge bewaldet, denen nur

---

<sup>1)</sup> A. v. Humboldt, Reise, Kap. 15.

<sup>2)</sup> Sievers, Kordillere von Mérida, S. 191 ff.

niedrige Berge vorliegen.<sup>1)</sup> Über die Vegetation der Ebene des nördlichen Columbiens haben wir nur spärliche Nachrichten, aber danach gleicht sie ganz der der Ebenen des Orinoco, denn sie besteht aus Savannen mit einzelnen Waldstreifen an den Fluszufern.<sup>2)</sup>

In der Kordillere von Bogotá<sup>3)</sup> sind auch heute noch die äusseren Hänge grossenteils mit dichtem Urwald bedeckt, während in den inneren Teilen nur stellenweise grössere Waldungen vorhanden sind. Aber eine sorgfältige vergleichende Betrachtung hat mich zu der Überzeugung geführt, dass er auch hier einst in allen Höhenstufen mit Ausnahme des Páramo viel verbreiteter als heute war, dass er aber doch wahrscheinlich kein so zusammenhängendes Waldkleid bildete, sondern in den abgeschlossenen tieferen Thälern, auf den Hochebenen, Schotterterrassen und anderem schlechten Boden teils Lücken zeigte, teils weniger dicht und üppig war.

Im Magdalenathal treffen wir wieder etwas unterhalb Honda eine auffallende Scheide. Von da abwärts bis in die Gegend von Puerto Nacional, wo die Savannen des unteren Stromlaufs beginnen, herrscht Waldfinsternis, weiter aufwärts finden wir nur an den Flüssen unbedeutende Haine, während die Ebenen und Hügel mit Gras und Gebüsch bekleidet sind. Auch die dem oberen Magdalenathale zugewendeten Hänge der Centralkordillere sind, wie mir Herr Dr. Stübel mitteilt, nur noch teilweise bewaldet, sonst aber kahl und zwar dem Anscheine nach von Natur kahl. Auch hier scheint die Waldlosigkeit daher eine Folge grösserer Trockenheit des von hohen Gebirgen umrahmten Tieflandes zu sein, aber die Plötzlichkeit des Vegetationswechsels ist jedenfalls durch einen Wechsel in der Bodenbeschaffenheit, nämlich durch das Auftreten lockerer vulkanischer Tuffe, Sande und Gerölle bedingt, die das Wasser rasch durchsickern lassen und dem Baumwuchs daher nicht mehr die genügende Feuchtigkeit bieten. Bei der Trockenheit des Bodens und der Dürftigkeit der Pflanzendecke kommt es auch nicht mehr zur Bildung von Nebel und Regen ausserhalb der eigentlichen Regenzeiten.

Das Bergland von Antioquia zeigt, wie man den Beschreibungen von Codazzi, v. Schenck u. a. entnehmen kann, ganz ähnliche Verhältnisse wie die Kordillere von Bogotá. Die äusseren Hänge sind mit Urwald bedeckt, der erst an wenigen Stellen gerodet ist, die inneren Teile sind das heutige Siedlungsgebiet; auch hier fehlen Wälder keineswegs, und sie werden ursprünglich jedenfalls viel grössere Ausdehnung gehabt haben, aber doch auch, den geringeren Regengängen entsprechend, weniger dicht und zusammenhängend gewesen sein als an den äusseren Hängen. Im Caucathal im engeren Sinn, d. h. dem breiten Längs-

<sup>1)</sup> Sievers in Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1888, S. 139 u. S. 143 ff.

<sup>2)</sup> (Codazzi), *Geografía física*, II, S. 573. Sievers a. a. O. Hettner, *Reisen* S. 30.

<sup>3)</sup> Hettner, *Kordillere v. Bogotá*, S. 77 f.



thal, das sich etwa von Cartago aufwärts bis in die Nähe von Popayan erstreckt, treffen wir an den Fluszufern Wald, hauptsächlich Bambusenwald, die Thalebene, die beträchtlich über den Fluß erhoben ist und daher wahrscheinlich leicht austrocknet, ist mit Savannen bedeckt, die beiden Gebirgshänge aber bieten einen auffallenden, wohl schon von der Natur gegebenen Gegensatz dar, denn während der Abhang der Centralkordillere mit dichtem Walde bekleidet ist, ist der Abhang der Westkordillere ganz kahl.<sup>1)</sup> Das tiefe Patíathal hat eine dem Cauca-thale ähnliche, aber dürrtigere Vegetation.<sup>2)</sup> Auch die Hochebenen des Südens entbehren wohl ebenso wie die Hochebenen der Kordillere von Bogotá von Natur des Baumwuchses.

Wenn wir uns nun nach dem Westabhang wenden, so treffen wir am unteren Atrato, ebenso wie in den nördlichen Küstenebenen, Savannen an. Weiter südlich aber ist der ganze Westabhang auch heute noch mit einem dichten Waldkleid überzogen, das nur wenige Lücken aufweist und in ganz Columbien wegen seiner Üppigkeit berühmt oder, sagen wir lieber, berüchtigt ist. Dieser Wald erstreckt sich auch nach Ecuador<sup>3)</sup> und nimmt die ganze Provinz Esmeraldas ein. Erst in der Provinz Manabí verläßt er die Küste und zieht sich in die inneren Teile des Tieflandes und auf die Gebirgshänge zurück, denen er ungefähr bis zur südlichen Grenze des Landes treu bleibt. Der südliche Teil des Küstengebietes zeigt nur an den Fluszufern immergrünen Wald und wird im übrigen von Savannen, einer Formation von Dornsträuchern mit vielen Cacteen und lichten, im Sommer ihr Laub abwerfenden Wäldern eingenommen. Der Pflanzenwuchs wird nach Süden hin immer dürrtiger, bis wir bei Túmbez die eigentliche Wüste betreten.

Das interandine Ecuador entbehrt der Wälder heutzutage fast ganz, aber Wolf (S. 441) hebt ausdrücklich hervor, daß die wenigen vorhandenen Wälder jedenfalls die Reste größerer Bestände seien. Vermutlich wechselten auch hier ursprünglich bewaldete und unbewaldete Strecken je nach den örtlichen Verhältnissen mit einander ab, doch uns fehlt ein näherer Anhalt zur Beurteilung ihres Verhältnisses. Der Ostabhang ist wieder ganz mit Wald bedeckt und ist eben darum noch so gut wie unbekannt.

Im östlichen Tieflande fällt die Grenze zwischen den Grasfluren oder Llanos und dem Gebiete zusammenhängenden Urwalds, der *Hylaea Humboldts*, mit der Grenze zwischen den Sommerregen und den Regen zu allen Jahreszeiten zusammen, liegt also ungefähr unter 4° n. Br., am Orinoco etwas nördlicher als am Fufse der Kordilleren. Dieses Waldgebiet reicht wahrscheinlich ziemlich weit nach Süden, aber seine südliche Grenze ist noch unbekannt, denn dieser

<sup>1)</sup> v. Thielmann, Vier Wege durch Amerika, S. 383.

<sup>2)</sup> ebenda, S. 392.

<sup>3)</sup> Wolf a. a. O. S. 416 ff.

Teil des Tieflands ist erst wenig und fast nur auf den Flüssen bereist worden, die ja auch im Gebiete der Savannen von Waldsäumen begleitet werden; es ist bekannt, daß man sich in Afrika durch diese Flufswälder oft über die Verbreitung des Waldes hat täuschen lassen. Ungefähr erst von 12° s. Br. an sind wir über den Charakter der Pflanzendecke wieder unterrichtet; die Angaben in der Litteratur sind zwar noch ziemlich undeutlich, aber ich habe durch mündliche Erkundigungen bestimmt erfahren, daß die vom Beni durchflossenen Ebenen Grasfluren sind, die in ihrem Aussehen ganz an die Llanos des Orinoco erinnern.

Die peruanisch-bolivianischen Anden zeigen auch in der Pflanzendecke eine ausgesprochene Längsgliederung bei geringer Veränderung von Norden nach Süden. Der Ostabhang ist, bis zu der durch die Abnahme der Temperatur bedingten oberen Grenze des Baumwuchses hinauf, ein nur von unbedeutenden Savannen unterbrochenes Waldgebiet, das ganz an die äquatorialen Wälder erinnert, so daß auf Schritt und Tritt columbianische Reiseerinnerungen in mir aufstiegen. Westlich vom Kamm der Ostkordillere dagegen sieht man nur hier und da ganz unbedeutende Wälder mit elendem Baumwuchs, und am Westabhang sind Bäume ausschließlich an fließendem Wasser zu finden. Die Vegetation der peruanischen Sierra besteht vorwiegend aus Gebüsch, in dem, besonders in den tieferen Teilen, Dornsträucher und Cacteen eine große Rolle spielen; auf den Hochebenen am Titicacasee treten auch ausgedehnte Grasflächen auf. In den Punas der Westkordillere, die wieder in allen Jahreszeiten Regen empfangen, ist der Baumwuchs durch die Kälte und den Wind ausgeschlossen, und Grassteppen, besonders aus Ichugras, herrschen hier vor. Am Westabhang treffen wir wieder dieselbe Art des Pflanzenwuchses wie in der peruanischen Sierra, aber rasch wird er dürtiger und dürtiger, je weiter wir hinabsteigen und uns der Küste nähern. Man könnte eine Zone unterscheiden, in der es fast nur noch Cacteen giebt. Dann folgt die Wüste, durch die wir meilenweit reiten, ohne einen Baum, einen Strauch, ein Kraut zu sehen, bis wir plötzlich am Rande eines der tief eingeschnittenen Thäler auf das frische Grün des Thalbodens hinabblicken. Es sind Oasen, durch die aus der Kordillere kommenden Flüsse gebildet. Wo weiter im Süden auch die Kordillere immer regenarmer und deshalb die Zahl der Flüsse immer geringer wird, da werden auch diese oasenartigen Unterbrechungen der Wüste immer seltener. Dafür tritt hier stellenweise, z. B. im östlichen Teile der Pampa von Tamarugal, eine eigentümliche Vegetation von Salzsträuchern auf, deren Dasein auf einer dicht unter der Oberfläche liegenden Grundwasserschicht beruht.

Während des größeren Teiles des Jahres — und an vielen Stellen immer — reicht die vollkommene Wüste bis unmittelbar an die Meeresküste heran. An anderen Stellen der Küstenterrasse und der Küstenkordillere aber spriest, das eine Jahr hier, das andere Jahr da, zur Zeit der Winternebel eine Gras- und Krautvegetation hervor, die trotz der völligen Abwesenheit von Quellen dem Vieh

einige Monate zur Weide dienen kann, aber im Sommer vollkommen verschwindet.

Fassen wir nun die Ergebnisse unserer kurzen Umsehn zusammen, so tritt uns eine große Übereinstimmung der Verbreitung der Pflanzenbestände mit der Regenverteilung entgegen. Die Wälder sind, wo sie nicht als schmale Bänder an den Gewässern, sondern in größeren Massen auftreten, durch reichliche Regen zu allen Jahreszeiten ausgezeichnet. Die Grasfluren und Gesträuchformationen sind Gebiete mit längeren Trockenzeiten, die Wüsten sind regenlos.

Man hat häufig gezweifelt, in welchem der beiden Erscheinungskreise die Ursache, und in welchem die Wirkung zu erblicken sei, ob die Regen Wälder oder die Wälder Regen hervorrufen, ob die Wüstennatur eine Folge der Regenlosigkeit oder ob vielmehr, wie z. B. der tüchtige Erforscher Perús, Raimondi, gemeint hat, die Regenlosigkeit eine Folge der Wüstennatur sei. Bis zu einem gewissen Grade ist beides richtig. Auch die Pflanzendecke beeinflusst die Niederschläge. Ich habe in meiner Darstellung der Kordillere von Bogotá (S. 73) hervorgehoben, wie über den Wäldern Wolken hängen und Regen fallen, während daneben über Gebüsch und Kulturland sich blauer Himmel wölbt und die Sonne scheint, und daß doch dieses offene Land erst durch Rodung so geworden ist, daß sich also mit der Pflanzendecke auch das Klima in einem gewissen Grade verändert hat. Große Waldgebiete, die ihr Vorhandensein vielleicht dem Wassergehalt des Bodens verdanken — man denke an die Wälder im Orinocodelta oder in dem Sumpfland, das den südlichen Teil des Maracaibosees umgibt — werden leicht auch Niederschläge, namentlich jene feinen, aus tiefhängenden Wolken herabfallenden Nieselregen erzeugen, die über offenem Lande durch die Wärmestrahlung aufgelöst werden. Wo dagegen in Folge der Bodenbeschaffenheit der Boden kahl und die Landschaft offen ist, wie auf den Hochebenen der Kordillere von Bogotá und des südlichen Columbiens, wie auf Geröll und anderem schlechten Boden, wird die Bildung von Niederschlägen erschwert sein.

Aber im Allgemeinen ist die Beschaffenheit der Pflanzendecke als die Wirkung und die Regenverteilung als die Ursache zu betrachten. Wir haben die Regenverteilung im Wesentlichen zu erklären vermocht, ohne die Beschaffenheit der Pflanzendecke anders als für Einzelheiten in Anspruch zu nehmen. Für das Auftreten oder Fehlen von Wald oder gar für das gänzliche Fehlen des Pflanzenwuchses würde man dagegen in den meisten Fällen vergeblich nach einer anderen Erklärung suchen, wenn man die Regenverhältnisse nicht als Ursache, sondern als Wirkung betrachten wollte. Auch in den Grasfluren erheben sich Bäume, wo sie Wasser finden, auch in den Wüsten ist der Boden ausgezeichnet fruchtbar, sobald er bewässert wird, wie man z. B. an den kleinen Pflanzungen bei den Stationen der von Arequipa nach Mollendo führenden, von einer Wasserleitung begleiteten Eisenbahn sehen kann.

In den Tropen können Bäume, auch wenn sie ihr Laub abwerfen oder

sich durch die Beschaffenheit und Form ihrer Blätter schützen, in Gebieten mit einer mehr als drei- oder viermonatlichen strengen Trockenzeit nur noch an Stellen fortkommen, wo sie die nötige Feuchtigkeit aus dem Boden empfangen. Regenwälder, d. h. Wälder, denen die Feuchtigkeit aus der Luft zugeführt werden muß, sind daher auf Gebiete beschränkt, die zu allen Jahreszeiten eine gewisse Regenmenge empfangen oder doch wenigstens nur eine kurze Trockenzeit haben. Im Tiefland ist diese Bedingung im äquatorialen Regengebiet mit doppelter Regenzeit erfüllt. Die großen Ebenen des nordtropischen und des südtropischen Regengebietes werden dagegen, von den Uferwäldern abgesehen, von Grasfluren oder Savannen eingenommen, an deren Stelle man nur mit Hilfe des Grundwassers Wald hervorzaubern könnte. In den Gebirgen fällt die Verbreitung der Wälder nicht mit den Grenzen des äquatorialen Regengebiets zusammen, weil auch in den tropischen Gebieten die Luvseiten der Gebirge zu allen Jahreszeiten die nötige Feuchtigkeit empfangen, um Wälder zu erzeugen. In den Gebirgen des äquatorialen Regengebietes fehlen Wälder nur in den allseitig umschlossenen Thälern, nach denen jeder Wind erst abgeregnet gelangt. Die äußeren Hänge sind daher ganz mit Wald bekleidet, in den inneren Teilen wechseln Wald und waldfreies Land mit einander ab. In den Gebirgen der tropischen Regengebiete fehlen die Wälder dagegen allen Teilen der Leeseite ganz. Es stellen sich aber dafür nicht oder doch nur untergeordnet Grasfluren, die des lockeren Bodens der Ebenen zu bedürfen scheinen, sondern eine Buschlandschaft ein, in der meistens Dornsträucher und Cacteen vorherrschen. Die zunehmende Regenarmut spiegelt sich in einer zunehmenden Dürftigkeit und Häßlichkeit der Pflanzendecke wieder. Wo die Regen ganz aufhören oder wo wenigstens nur im Laufe vieler Jahre einmal ein Regen fällt, da ist auch vollkommene Wüste. Nur mit dem Eintreten der Küstennebel bringt auch die Wüste wieder ein frisches Grün im Winter hervor.

#### IV.

Die ursprüngliche Pflanzendecke ist gegenwärtig nur noch teilweise erhalten; an vielen Stellen ist sie von der Hand des Menschen umgestaltet und zerstört worden, und an ihre Stelle ist eine andere Pflanzendecke, aus Anpflanzungen, künstlichen Weideflächen oder auch Gebüsch bestehend, getreten. Der Naturlandschaft steht eine Kulturlandschaft gegenüber, in der der Mensch der Herrscher ist, und die seine Anwesenheit und Herrschaft auch äußerlich kundgibt. Es würde von großem Interesse sein, die Ausbreitung der Kulturlandschaft und im Zusammenhang damit die Dichte der Bevölkerung in ihrer geschichtlichen Entwicklung und ihrem heutigen Stande für unser ganzes Gebiet in ähnlicher Weise darzustellen, wie ich es für die Kordillere von Bogotá versucht habe; aber



für einen großen Teil des Gebietes sind bisher weder die Geschichtsschreiber der Eroberung unter diesem Gesichtspunkte bearbeitet worden, noch liegen Versuche, teilweise auch nicht einmal das Material vor, um den Umfang der Besiedelung und die Dichte der Bevölkerung in einer wissenschaftlich genügenden Weise zu bestimmen. Ohne genaue persönliche Kenntnis des Landes scheint es mir aber auch nicht möglich, diesen Versuch zu machen. Wir müssen uns also mit einer allgemeinen Darstellung der Verteilung der Bevölkerung begnügen und können zur Erläuterung nur eine gute topographische Karte heranziehen, wobei wir aber beachten müssen, daß in den dünn bevölkerten Gebieten auch ganz kleine Ortschaften eingetragen sind, während in den dichter bevölkerten manche viel größere fehlen. Es kommt uns hier ja auch nicht auf eine allseitige vollständige Untersuchung der Besiedelung und Bevölkerung, sondern nur auf die Auffassung ihrer Beziehungen zu der Regenverteilung und der ursprünglichen Beschaffenheit der Pflanzendecke an.

Man hat sich gewöhnt, die ursprünglich von Wald bedeckten Länder im Gegensatz zu den Steppen und Wüsten als die eigentlichen Stätten der Kultur zu betrachten, und in der That scheint ja sowohl der Boden Mitteleuropas und Südeuropas wie der Boden des östlichen Teils der Vereinigten Staaten ursprünglich größtenteils mit Wald bedeckt gewesen zu sein. Aber auch bei uns treffen wir Anzeichen, daß die Besiedelung zuerst auf den waldfreien Lücken des Waldes, sofern die Waldlosigkeit nicht eine Folge der Meereshöhe und Kälte, sondern etwa der Beschaffenheit des Bodens ist, wie in den Lößbezirken Mitteldeutschlands, Fuß gefaßt und erst von da aus die Wälder selbst erobert hat. Und in viel größerem Umfange begegnet man in den Tropen der Erscheinung, daß der Mensch den Wald vermeidet und die waldfreien Gebiete aufsucht.

Zwar ist auch in den Tropen der Waldboden im allgemeinen der tiefgründigste und beste. Wo man den Wald rodet und Anpflanzungen an seine Stelle setzt, erhält man vorzügliche Ernten. Man hat in ehemaligem Waldland mit keinem Wassermangel zu kämpfen, man kann auch Gewächse wie Chinarinde und Coca anbauen, die sich mit Bewässerung des Bodens nicht begnügen, sondern Feuchtigkeit aus der Luft verlangen, aber man muß freilich dafür stellenweise auf den Anbau anderer Gewächse verzichten, denen die Feuchtigkeit zu groß ist, und hat auch mit anderen Schwierigkeiten zu kämpfen. Von dem benachbarten Wald her kommen Vögel und Affen, um die Felder zu plündern, auch Heere von Ameisen und anderen Insekten halten zerstörende Einzüge, das üppig empor-schießende Unkraut droht die Anpflanzungen zu überwuchern. Im ganzen ist die Arbeit, die eine tropische Anpflanzung auf gerodetem Boden erfordert, doch wohl geringer als unsere heimische Feldarbeit, und in der Mühelosigkeit des Erwerbs hat man ja oft gerade die Hauptursache für den geringen Kulturfortschritt der Tropenländer erblickt. Die eigentliche Schwierigkeit liegt im Roden des Waldes. Noch heute ist das ein hartes Stück Arbeit, aber nun stelle man

sich den Wilden vor, der keine eisernen Äxte, sondern nur Steinwerkzeuge hat; welche Mühe macht es ihm, im feuchten Walde, der das Feuer nur schwer fängt, den Boden für seine Hütte und seine Anpflanzungen zu gewinnen! Und die einzelne Familie, der einzelne Stamm verliert sich im Wald vollkommen. Nur wer den tropischen Urwald kennt, kann sich vorstellen, wie sehr er den Verkehr erschwert, wo sich nicht schiffbare Flüsse darbieten. Mit dem freundlichen und feindlichen Verkehr fehlt aber ein Haupthebel der Kulturentwicklung. Der tropische Urwald stellt sich der Besiedelung und Kultur zunächst entschieden feindlich entgegen, und erst einer stärkeren und fortgeschritteneren Bevölkerung gelingt es, ihn zu überwinden und ihm seine Gaben zu entlocken. Deshalb waren die großen zusammenhängenden Waldgebiete des tropischen Südamerika zur Zeit der Eroberung spärlich und nur von niedrigstehenden Völkerstämmen bewohnt und sind es großentheils auch heute noch, weil die europäische Besiedelung zunächst durchaus der alten indianischen Besiedelung gefolgt ist und sich nur ganz allmählich weiter ausbreitet, teilweise nur früher verlorene Gebiete zurückerobernd.

Die großen Grasfluren oder Savannen können scheinbar vom Menschen leicht besetzt und leicht durchzogen werden, und es mag uns daher befremden, daß sie gleichfalls zur Zeit der Eroberung dünn bevölkert waren und es auch heute noch großenteils sind. Ausgedehnte Grasfluren, in denen während der einen Jahreshälfte Dürre herrscht und Wohnungen und Anpflanzungen daher nur am Rande der Flüsse begründet werden können, sind in der alten Welt die Hauptstätte der Viehzucht, aber in Südamerika fehlten vor der Ankunft der Europäer auch alle größeren Haustierarten, mit Ausnahme der auf das Hochgebirge beschränkten Lamas, und damit waren die Grasfluren ihrer natürlichen Bestimmung noch entzogen. Ihre indianischen Bewohner lebten, außer von etwas Ackerbau an den Flüssen, nur von der Jagd. Sie lebten daher auf weitem Raum zerstreut, und dabei war, da ihnen alle Reit- und Lasttiere fehlten und das Anschwellen der Flüsse in der Regenzeit jeden Verkehr unterbricht, ein reger Verkehr und Austausch unmöglich. Auch sie standen auf niedriger Kulturstufe. Die Einführung des Rindviehs und der Pferde und Maultiere durch die Spanier hat die Bedingungen der Besiedelung und Bewirtschaftung der südamerikanischen Savannen ganz verändert. Sie sind heute ausgesprochene Gebiete der Viehzucht geworden, neben der der Ackerbau nur eine nebensächliche Rolle spielt. Aber die Viehzucht steht auf verhältnismäßig niedriger Stufe. Die klimatischen Verhältnisse der Tropen sind der Beschaffenheit des Fleisches wenig günstig und erschweren ihm den Wettbewerb auf dem Weltmarkt; der Fleischbedarf der benachbarten Gegenden ist aber gering. Dazu kommt, daß die Bevölkerung dieser heißen Tiefländer, in deren Zusammensetzung das Negerblut überwiegt und die durch ihren Beruf an eine unstete, ungebundene Lebensweise gewöhnt ist, ihre Kraft viel mehr auf politische Unruhen als auf wirtschaftliche

Thätigkeit verwendet und dadurch Vermehrung der Bevölkerung und des Viehstandes, Fortschritt der wirtschaftlichen Verhältnisse und der Kultur immer wieder untergräbt.

Dichtere Bevölkerung und höherer Stand der Kultur sind an die Teile des Gebirges gebunden, die nicht von dichtem zusammenhängendem Urwald überzogen sind. So war es in altindianischer Zeit, so ist es im ganzen auch in der Gegenwart. Nachdem die Spanier unter Quesada unter unsäglichen Entbehrungen das waldbedeckte Tiefland des mittleren Magdalenaenstroms und die gleichfalls dicht bewaldeten Abhänge der Kordillere von Opon durchzogen hatten, erblickten sie vom Kamme aus plötzlich die offene Thallandschaft des Rio Suárez mit zahlreichen Ortschaften vor sich. Und genau dieselbe Reihenfolge der Eindrücke erlebt der Reisende auch heute noch, wenn er von Puerto Paturia oder Puerto Carare im Tieflande des Magdalenaenstroms oder vom Rio Zulia ins Gebirge hinaufsteigt. Die Hauptmasse der Bevölkerung lebt in den inneren Thälern der Kordillere; an den äußeren Hängen finden wir nur zerstreute Ansiedelungen an den Wegen entlang<sup>1)</sup>. Genau dasselbe Verhältnis treffen wir in der Kordillere von Mérida und ein ähnliches Verhältnis auch in dem venezolanischen Küstengebirge. Das waldige Tiefland des mittleren Magdalenaenstroms ist fast unbewohnt, in den Thalauen des oberen Magdalenaenstroms und seiner Zuflüsse wohnt eine dichtere Bevölkerung, die sich aber der bewaldeten Berghänge zu beiden Seiten fast noch gar nicht bemächtigt hat. Im Bergland von Antioquia herrscht wieder dasselbe Verhältnis wie in der Kordillere von Bogotá; die Bevölkerung lebt, wie namentlich von Schenck eindrucksvoll geschildert hat, im inneren Kern des Berglandes und breitet sich erst ganz allmählich, teilweise durch Metallschätze angelockt, über die äußeren Hänge aus; erst im Laufe unseres Jahrhunderts ist durch allmähliche Fortschritte der Besiedelung ein Zusammenhang mit den Siedelungsgebieten des oberen Magdalenaenstroms und des sogenannten Caucathals gewonnen worden. Das Caucathal ist in seiner ganzen Erstreckung wieder ziemlich dicht bevölkert, dagegen zeigt der Abhang der Centralkordillere großenteils noch jungfräuliche Natur. Und ein riesiges Urwaldgebiet, in dem die wenigen Ortschaften und Hütten ganz verschwinden, ist auch der ganze Westabhang und das Küstenland am stillen Ocean. In Ecuador ist gleichfalls das interandine Gebiet der Hauptsitz der Bevölkerung; der Ostabhang wird nur von einigen wilden Indianerhorden bewohnt, und auch der Westabhang und der nördliche, waldbedeckte Teil des Küstentieflands sind nur ganz dünn bevölkert. Etwas dichtere Bevölkerung zeigt nur der südliche Teil des Küstenlandes, der von Savannen und Buschland eingenommen wird und nur an den Flüssen Wälder trägt. Auch in Perú ist der von der Natur am verschwenderischsten ausgestattete

---

<sup>1)</sup> Vergl. die Karte der Volksdichte und die dazu gehörigen Erörterungen in Pet. Mitt., Ergänzungsheft 104.

Ostabhang am dünnsten besiedelt; europäische Bevölkerung findet sich überhaupt fast nur in seinen dem Hochland am nächsten gelegenen Teilen und hat in unserem Jahrhundert sogar an Boden verloren. Die altindianische Kultur war auf das westlich vom Kamme der Ostkordillere gelegene Gebiet der Gesträuchlandschaft und auf die Oasen der Wüste beschränkt, und in denselben Gebieten wohnt auch heute noch der größte Teil der Bevölkerung.

Die tropischen Gebirge stehen unter anderen klimatischen Bedingungen als unser heimisches Hochgebirge; der Ackerbau ist nicht auf den untersten Teil des Gebirges beschränkt, sondern kann bis zur Höhe von mehr als 3000 m, ja im peruanischen Hochlande bis 4000 m betrieben werden. Aber andere Verhältnisse schränken doch auch hier den Anbau und damit die Besiedelung ein. Die Gehänge sind vielfach so steil, daß sie keinen Wald mehr tragen und den Anbau gar nicht oder doch nur mit mühsamer Terrassenkultur erlauben. Auch an sanfteren, ursprünglich bewaldeten Hängen, an denen man den Wald gerodet und durch Anpflanzungen ersetzt hatte, hat das spülende Wasser allen Erdboden weggewaschen und den nackten Fels zurückgelassen. Vielfach ist auch der Boden zu schlecht, um den Anbau zu erlauben. Auch in den Gebirgen des äquatorialen Regengebiets, wo die Feuchtigkeit meistens genügend ist, hat sich daher die Kultur im ganzen nur in den Thälern und den unteren Teilen der Hänge ausgebreitet; die einzelnen Siedlungsgebiete werden durch steile Hänge und rauhe, über die Region des Anbaues aufragende Kämme von einander getrennt. Noch mehr aber hat die Siedlungsweise in den tropischen Regengebieten, besonders in den peruanischen Anden, etwas zerstückeltes, denn der Anbau der meisten Gewächse ist hier, außer im feuchten Hochland, nur mit Hülfe künstlicher Bewässerung möglich; dazu kommt, daß das Gebirge hier noch viel mächtiger ist und sich breite Massen über die Grenze des Anbaus erheben. Die Besiedelung ist durchaus auf die Hochebene und die größeren und kleineren Thäler beschränkt; am Westabhang ist sie noch geringer als in der Sierra, und im Wüstengebiet bilden die Ansiedlungen nur noch schmale Bänder in den wenigen Thälern und auch in diesen nur, wenn sie einen breiteren Thalboden haben. Diese Vereinzelung der Ansiedlungen ist für die ganze Kulturentwicklung der tropischen und besonders der peruanischen Anden bestimmend gewesen, und daraus erklärt sich auch größtenteils, daß sich in den meisten Gebieten nur kleine Staaten entwickelt haben, und daß die Bildung größerer Staaten von den Hochländern, wie der Hochebene von Cuzco und dem Titicacahochland, dem Hochland von Ecuador und den Hochebenen der Kordillere von Bogotá, ausgegangen ist.

Zweifellos ist eine größere Ausdehnung der künstlichen Bewässerung möglich, denn es fließt noch viel Wasser ungenützt ins Meer, und in altindianischer Zeit hat sie in der That eine viel größere Ausdehnung gehabt, aber es sind ihr doch auch gewisse Grenzen gesetzt, und damit ist auch die Vermehrung der Bevölkerung des Gebirges beschränkt. Man kann in einem großen Teile



des Gebirges schon heute von einer Übervölkerung, wenigstens von einer Übervölkerung im Verhältnis zum heutigen Stande der Bewässerungsanlagen sprechen. An einzelnen Punkten ist schon der Augenblick eingetreten, wo die Bevölkerung des Hochlandes und der inneren Thäler trotz ihrer tief eingewurzelten Abneigung in die äußeren Waldgebiete überzuströmen beginnt. Im Lauf der Jahrhunderte wird sich der Mensch, sei es die heutige Bevölkerung des Gebirges, sei es eine fremde Bevölkerung, auch der heute noch beinahe jungfräulichen Waldgebiete der äußeren Gebirgshänge und des Tieflandes bemächtigen müssen und wird dann hier vielleicht reichere Früchte seiner Arbeit ernten als in den alten Ansiedlungsgebieten, wie wir ja auch im südlichen Brasilien das Schauspiel erlebt haben, daß das lang vernachlässigte Waldgebiet der Gebirgshänge durch den Fleiß deutscher und italienischer Ansiedler das früher besiedelte Kampland überflügelt hat. Dereinst wird auch in den tropischen Anden vielleicht das Waldland den Anspruch erheben, die zahlreichste und gebildetste Bevölkerung zu ernähren, aber besonders in Perú, wo das Waldland den dem Meer abgekehrten Abhang des Gebirges einnimmt, wird sich dieser Umschwung jedenfalls nicht, wie viele Peruaner glauben, schon bald, sondern erst in ferner Zukunft vollziehen können.

Leipzig, im Januar 1893.

---



# Die tropischen Anden

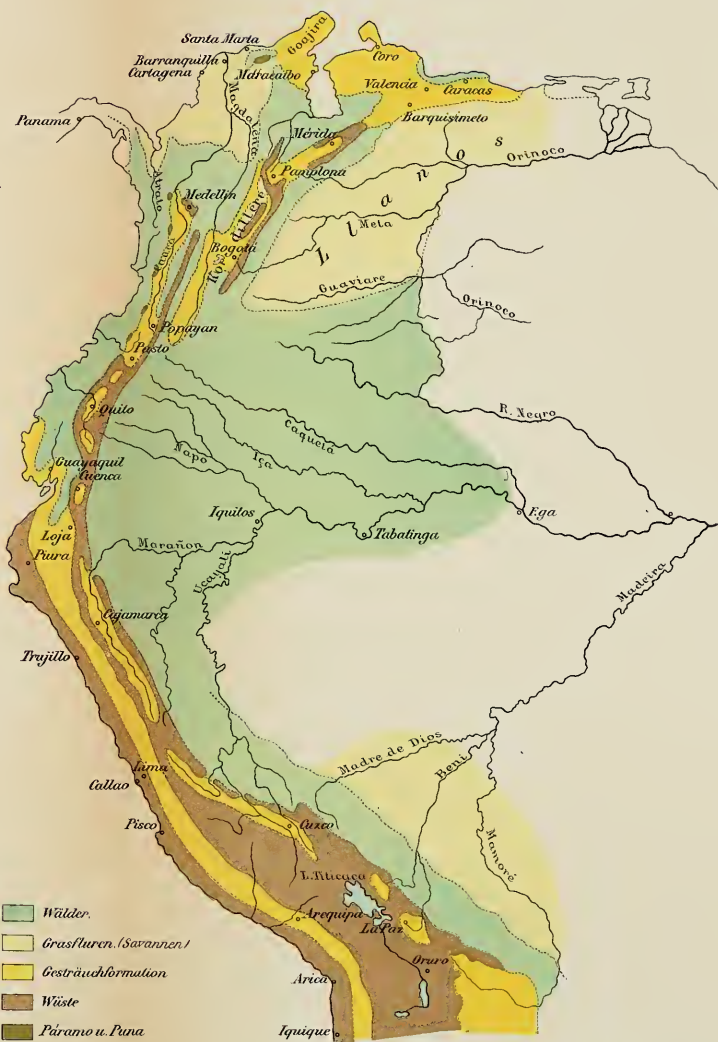
## Regenverteilung.

1:20,000,000.

Pflanzendecke.



gezeichnet von **Dr. Alfred Hettner.**



Lith. Anst. v. L. Kraatz, Berlin





Über  
die Dimensionen der Meereswellen.

---

Nach eigenen Beobachtungen

von

Dr. Gerhard Schott

Berlin.

(Hierzu 2 Tabellen.)



## Inhalt.

---

- I. Einleitung.
  - II. Methode und Berechnung der Beobachtungen.
  - III. Die Windseen.
    - 1. Länge, Periode und Geschwindigkeit.
    - 2. Verhältnis dieser Dimensionen zur Trochoidentheorie.
    - 3. Höhe.
    - 4. Verhältnis zwischen Höhe und Länge.
    - 5. Verhältnis zwischen Wellen- und Wind-Geschwindigkeit.
  - IV. Die Dünungen.
    - 1. Übergang der Windsee zur Dünung.
    - 2. Der «Swell» des Südatlantik und die Kalema der afrikanischen Küste.
    - 3. Unregelmäßige Periode der Wellen. Das «Dreigeschwell».
-

In dem von Otto Krümmel verfaßten zweiten Bande des Handbuchs der Oceanographie sind die Bewegungsformen des Meeres dargestellt, und zwar ist eine Vierteilung vorgenommen, indem 1) die Wellen, 2) die Gezeiten, 3) die Vertikalzirkulation, 4) die Meeresströmungen abgehandelt werden.

Die letzten zwei Gruppen von Erscheinungen verbindet unbeschadet aller Verschiedenheiten in ihrem Wesen ein gemeinsames Band, insofern nämlich bei ihnen stets eine wirkliche Bewegung der Wasserteilchen von einer Stelle zur andern stattfindet, also ein Transport bestimmter Wassermengen in ihrer Gesamtheit.

Dies ist bei der erstgenannten Bewegungsform, den Wellen, nicht der Fall, bei den Gezeiten nur in gewissem Sinne und in sehr beschränktem Maße. Das Charakteristische aller Wellenbewegungen liegt darin, daß hier im Wesentlichen sich nur die Form der Welle als solche fortpflanzt, das einzelne materielle Wasserteilchen aber, abgesehen von einer hin und her pendelnden Orbitalbewegung, seinen Platz im Raume beibehält.

Während den zwei oceanischen Bewegungen, welche eine wirkliche Ortsveränderung der Wassermassen darstellen, sowie den Gezeiten ihre außerordentliche, vielfach fundamentale geographische und praktische Wichtigkeit sofort sozusagen an der Stirn abzulesen ist, sodaß diese Gegenstände von jeher vielseitige Untersuchungen erfahren haben, dürfte bisher die Bedeutsamkeit der Wellen in mancher Hinsicht zu wenig gewürdigt und zu niedrig angeschlagen worden sein. Ganz abgesehen davon, daß die Geographie allen Erscheinungen der hohen See notwendig Aufmerksamkeit zuzuwenden hat, da es Vorgänge sind, welche auf der Erdoberfläche sich abspielen, und also schon vom methodischen Standpunkt aus in das Bereich erdkundlicher Forschung gehören, sind auch für unsere Kenntnis von der Ausgestaltung der Festländer die Wellenbewegungen von weitreichender Bedeutung.

Es ist eines der vielen Verdienste des Freiherrn von Richthofen um die Geographie, zuerst in bestimmter ausgebildeter Form den Einfluß der Brandungswellen auf die Morphologie der heutigen Meeresküsten im Einzelnen nachgewiesen zu haben. In den Darlegungen über die mechanischen Wirkungen der Wellen

an Küsten bei gleichzeitiger positiver Niveauänderung geben seine Ausführungen für die gesamte Erdgeschichte die bedeutsamsten Ausblicke, indem man sieht, welch' gewaltige, von Anbeginn der Welt wirkende Kraft hier vorliegt, und erkennt, wie die Vorgänge der Abrasion vielleicht die größten Umwälzungen auf dem Antlitz der Erde hervorgebracht haben, soweit dabei von aufsen auf die Erde wirkende Agentien in Frage kommen.

Die bloße Andeutung dieser Verhältnisse genügt, um erkennen zu lassen, welches Interesse die Wellenbewegungen für den Geographen haben müssen.

Aber es ist nicht die Erdforschung allein, welche diesem Gegenstande näher tritt. Die Praxis hat sich ihm schon seit langer Zeit gewidmet: die Kunst des Schiffbaus und Hafenbaus, überhaupt die gesamte Wasserbaukunst hat ein dringliches Interesse an der Aufklärung der Wellenvorgänge, und es sind auch in der That hauptsächlich Ingenieure, denen wir die mathematisch eindringenden Untersuchungen über Wellen verdanken. Ich denke dabei an die Trochoidentheorie<sup>1)</sup>, welche am ehesten das in wissenschaftlichen Ausdruck bringt, was wir auf See beobachten.

So mag auf den folgenden Seiten eine Darstellung und kurze Erörterung der von mir gemachten Messungen von Wellendimensionen<sup>2)</sup> ihren Platz finden. Die Beobachtungen wurden an Bord der Bremer Segelschiffe «Robert Rickmers» und «Peter Rickmers» in den Jahren 1891 und 1892 angestellt während einer Forschungsreise, welche hydrographischen und maritim-meteorologischen Studien gewidmet war; dabei wurde das Kap der guten Hoffnung zweimal umsegelt, woraus es sich erklärt, daß die meisten der unten<sup>3)</sup> gegebenen Messungen auf südlichen Breiten vorgenommen worden sind.

Es muß von vorn herein bemerkt werden, daß es sich in den folgenden Zeilen nur um Wellen handelt, welche auf hoher offener See über tiefem Wasser beobachtet wurden, alle Messungen von Wellen in der Nähe von Land, über Banken u. s. w., ausgeschlossen sind wegen der theoretisch und praktisch veränderten Bedingungen, denen die Wellen der letzteren Art unterliegen. Wohl sind es letztere gerade, die geologisch in der oben angegebenen Richtung wirksam werden, aber ihre ursprüngliche, normale Gestalt ist diejenige, welche sich zeigt lediglich unter dem Einflusse des sie erzeugenden Windes, sodaß jene in den meisten Hinsichten nur Deformationen dieser hier behandelten originalen Wellen sind.

---

<sup>1)</sup> Wenn ein Rad auf einer horizontalen Ebene entlang rollt, so beschreibt ein beliebiger, auf einer Radspeiche belegener Punkt eine «Trochoide», welche Kurve am besten der auf- und absteigenden Kurve eines Wellenprofils entspricht. Der Kürze halber sei hier auf Krümmels diesbezügliche Bemerkungen verwiesen, im Handbuch der Oceanographie II, S. 4–6, wo man neben einer kurzen mathematischen Deduktion der Kurve auch weitere Litteratur angegeben findet.

<sup>2)</sup> «Dimension» ist in diesem Aufsatz in sehr weitem Sinne gefaßt, für alle räumlichen wie zeitlichen Maße, auch für Geschwindigkeiten.

<sup>3)</sup> s. die Tabellen am Schlufs.



Im Allgemeinen ist gegenüber vielfachen theoretischen Untersuchungen das bis heute vorliegende Beobachtungsmaterial nicht gerade reichlich, und so dürften die folgenden Messungen als ein Beitrag zu weiterer Ausgestaltung dieser Fragen vielleicht willkommen sein.

Die Beobachtungen als solche sind sehr einfach, aber mißlich sind sie doch deshalb, weil immer sehr viel dabei dem persönlichen Takt und Gefühl des Beobachters überlassen bleiben muß. Zunächst ist es recht schwierig, überhaupt Wellensysteme von einiger Regelmäßigkeit zu finden. Man hat im Ganzen sehr selten auf See einen vollkommen einheitlichen Seegang, und im Anfang meiner Seereisen habe ich es nicht gewagt, Messungen zu machen, weil ich, um es trivial auszudrücken, mich in dem ganzen Anblick, den die Meeresoberfläche bot, nicht eigentlich «zurecht finden» konnte. Ich vermute, daß es anderen Beobachtern ähnlich ergangen ist; ein solch vorzüglicher Forscher wie Abercromby<sup>1)</sup> kommt auf Grund seiner Seefahrten, welche ihn durch alle Océane der Erde geführt haben, zu dem recht pessimistischen Urteil: «On all the days the waves were running irregularly» und «The great discrepancies in the observed elements of waves given by different observers is doubtless due to the varying lengths of every series of undulations, which therefore always make a more or less confused sea.»

Ich vermag nun zwar diesen Standpunkt nicht ganz zu teilen, immerhin kann aber aus dem Gesagten entnommen werden, daß nur dann erst einige Sicherheit, zuverlässige Resultate zu erlangen, vorliegt, wenn der Beobachter es versteht, ein Wellensystem vom anderen getrennt zu halten, außerdem auch natürlich See und Dünung zu unterscheiden u. a. m.

Solche Erfahrung wird aber immer erst ein längerer Aufenthalt auf See zu geben vermögen.

Die hier besprochenen Messungen sind so zu verstehen, daß an dem Tage der Beobachtung stets eine große Reihe von Einzelwellen kurz nach einander hinsichtlich ihrer Dimensionen bestimmt wurden, und daraus dann, wenn die Zahlen nicht zu große Unterschiede zeigten, je ein Mittelwert für Länge, Geschwindigkeit und Periode berechnet wurde. Auf diese Weise entstanden die hier vorliegenden Werte. Es sind also keine Mittelwerte von Beobachtungen aus einer kürzeren oder längeren Periode von Tagen gebildet, wie dies der französische Schiffslieutenant Paris vielfach gethan hat<sup>2)</sup>, sondern die Werte beziehen sich, im Gegensatz zu der erwähnten Methode, immer nur auf einen Zeitraum von etwa einer halben bis ganzen Stunde, während welcher Zeit die Windstärke als unverändert und der Seegang als voll ausgebildet gelten konnte.

Ich halte es nicht ganz für sachgemäß, für bestimmte Meeres-gegenenden sogenannte mittlere Wellenmaße, welche aus Beobachtungen an ver-

<sup>1)</sup> Philos. Magaz., vol. XXV. London 1888, S. 267 u. 269.

<sup>2)</sup> Revue maritime et coloniale, vol. XXXI, Paris 1871, S. 111 ff.

schiedenen Tagen, ja in verschiedenen Monaten hervorgegangen sind, aufzustellen und zu vergleichen mit der mittleren Windstärke, welche man aus anderen Quellen zu entnehmen hat. Denn die Wellenbeobachtungen sind auf ein-, zweimaligen Durchquerungen einer bestimmten Meeresgegend gewonnen, während deren z. B. der Passat vielleicht ziemlich flau oder ausnahmsweise frisch wehte, sodaß auch der Seegang entsprechend von einem mittleren Seegang abwich; die Windstärken aber werden aus Tabellen, den Aufzeichnungen vieler Jahre, entnommen und geben in ganz anderer Weise die mittleren Verhältnisse wieder. So scheint es mir, daß z. B. Paris im Nordatlantischen Ocean ausnahmsweise frischen Passat gefunden hat, denn seine Werte für die Wellengeschwindigkeiten in diesem Gebiete sind sehr groß. Meiner Ansicht nach kann bei der außerordentlichen Veränderlichkeit der Wellendimensionen nur immer die einzelne Welle, bezüglich eine Gruppe unmittelbar hinter einander folgender Wellen in Beziehung gesetzt werden wiederum nur mit dem gerade zur Beobachtungszeit herrschenden Winde.

Es empfiehlt sich, vor Betrachtung der erlangten Ergebnisse kurz anzugeben, in welcher Weise die Messungen der einzelnen Wellen vorgenommen wurden.

Zunächst handelt es sich dabei um die Feststellung der wahren Periode, wahren Geschwindigkeit und Länge der Wellen. Denn diese 3 Dimensionen sind in besonderer Weise, wie sich zeigen wird, unter einander verknüpft und von einander auch theoretisch abhängig, während dies mit der Wellenhöhe weniger oder gar nicht der Fall ist.

Bezeichnen wir mit

- $L$  die Wellenlänge (Abstand von Kamm zu Kamm) in Metern,
- $C$  die wahre Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde,
- $V$  die Orbitalgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde<sup>1)</sup>,
- $W$  die Windgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde,
- $T$  die wahre Periode in Sekunden,
- $c$  die scheinbare Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde,
- $\tau$  die scheinbare Periode in Sekunden,
- $m$  die Schiffsgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde,
- Winkel  $\vartheta$  den Winkel zwischen Kiellinie und Wellenrichtung.

Zuerst wurde Winkel  $\vartheta$  durch Peilungen auf dem Regelkompaß beobachtet,  $m$  durch Ablesung des Patentloggs oder auf andere Art,  $\tau$  durch eine

---

<sup>1)</sup> Unter der «Orbitalgeschwindigkeit» ist die gleich eingangs erwähnte, hin und her pendelnde Bewegung des einzelnen Wasserteilchens zu verstehen, insofern letzteres, ohne seinen Ort wesentlich zu verändern, bald im Wellenkamm, bald im Wellenthal sich befindet. Im Wellenkamm folgt das Teilchen dabei der Richtung der fortschreitenden Welle, während es im Wellenthal wieder zurücktreibt. Den Vorgang kann man sich an dem physikalischen Instrument der Wellenmaschine leicht klar machen; man vergleiche auch Handb. d. Oceanogr. II, S. 2-4.

gute Uhr mit Sekundenzeiger. Außerdem ward  $c$  bestimmt, indem ich beobachtete, wie viel Sekunden eine Welle gebrauchte, um eine am Schiff in Metern abgemessene Länge (ich benutzte meist die ganze Schiffslänge) abzulaufen: der Quotient der beiden Zahlen ist  $c$ .

Je nachdem nun das Schiff mit den Wellen oder gegen die Wellen geht, haben wir die wahre Wellengeschwindigkeit  $C = c + m$  oder  $= c - m$ , und, wenn ein Winkel  $\vartheta$  besteht (der aber nicht größer als  $45^\circ$  sein darf, wenn das Resultat verlässlich sein soll), diese Werte mit dem cosinus des Winkels zu multiplizieren, also allgemein

$$C = (c \pm m) \cos \vartheta \dots (I).$$

Eine einfache Überlegung, unter Betrachtung der beistehenden Figur 1 läßt ferner die Richtigkeit der folgenden Beziehung erkennen:

$C\tau = L \pm m\tau \cos \vartheta$  d. h. in der scheinbaren Periode  $\tau$  wird mit der bereits aus (I) gefundenen wahren Geschwindigkeit  $C$  eine Strecke von dem Wellenkamm zurückgelegt, die gleich ist der Summe oder Differenz (je nach dem Sinne der Schiffsbewegung) von Wellenlänge und dem in der scheinbaren Periode gemachten Schiffswege, resp. seiner Projektion auf die Wellenrichtung. Wir bekommen demnach

$$L = \tau (C \mp m \cos \vartheta) \dots (II),$$

wobei auf das Zeichen in der Klammer zu achten ist, indem das Minuszeichen für eine mit den Wellen gehende Schiffsbewegung gilt.

Endlich ergibt sich nunmehr sofort die wahre Periode

$$T = \frac{L}{C} \dots (III).$$

In dieser Weise sind sämtliche hier besprochenen Wellen beobachtet, bezw. berechnet worden.

Es war eines der wesentlichen Ziele bei den Untersuchungen, zuzusehen, ob die Trochoidentheorie der Wellenbewegung für die thatsächlich zur Beobachtung kommenden Wellendimensionen vollkommen brauchbare Werte liefert, ob die aufgestellten Formeln<sup>1)</sup> soweit den Anforderungen der Praxis genügen,

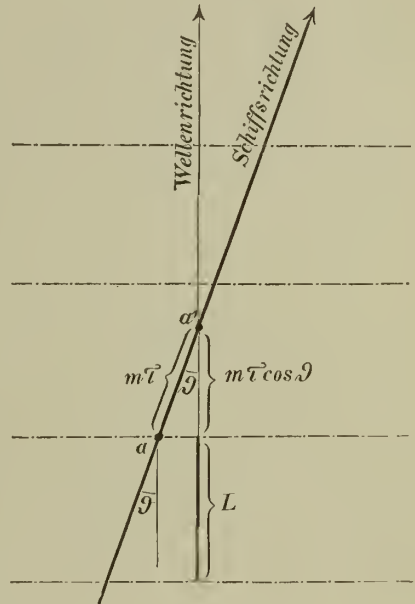


Fig. 1.

Das Schiff geht mit den Wellen und bewegt sich in  $\tau$  Sekunden von  $a$  nach  $a'$ .

<sup>1)</sup> Die Quellen zu der ganzen Frage sind angegeben im Handbuch der Oceanographie, Bd. II, S. 5.

dafs man unter Umständen aus nur einer beobachteten Dimension die übrigen rechnerisch ableiten kann. Der Formeln sind zwei, welche hier — ohne ihre analytische Ableitung — angeführt sein mögen:

$$\left. \begin{array}{l} 1. \quad T = \sqrt{\frac{2\pi}{g}} L \\ 2. \quad T = \frac{2\pi}{g} C \end{array} \right\} \dots \dots \dots (IV).$$

$g$  bedeutet dabei die beschleunigende Kraft der Schwere und ist für die geographische Breite von  $45^0 = 9.806$  anzusetzen. Bekanntlich schwankt der Wert von  $g$  einigermassen mit der Breite, aber für unsere Zwecke kann natürlich bei den zu gewärtigenden bedeutenden Beobachtungsfehlern von diesen Schwankungen abgesehen werden<sup>1)</sup>. Dann haben wir aber nur Constanten in den Formeln, welche, in Zahlenwerten ausgerechnet, die folgenden Verhältnisse zwischen  $C$ ,  $L$ ,  $T$  liefern:

$$\left. \begin{array}{l} C = 1.25 \sqrt{L} = 1.56 T \\ L = 0.64 C^2 = 1.56 T^2 \\ T = 0.8 \sqrt{L} = 0.64 C \end{array} \right\} \dots \dots \dots (V)$$

Mittels dieser auf die Trochoidentheorie gegründeten Beziehungen wurden die in den Tabellen kursiv gedruckten Werte gefunden. Nehmen wir nun, um die rechnerischen Erörterungen hier gleich ganz zu erledigen, vorläufig an, dafs in der That diese Formeln den in der Praxis vorkommenden Dimensionen genügend sich anpassen, so können wir uns eine Vorstellung über die Mafsverhältnisse der Wellen auch dann machen, selbst wenn blofs  $\tau$  beobachtet ist. Öfters nämlich, besonders bei schwerem Wetter, gelingt es nur, die scheinbare Periode des Seeganges zu bestimmen, nicht aber  $c$ . Unter Zugrundelegung einer trochoidischen Gestalt der Wellen haben wir dann, wenn wir in (II)  $L$  und  $C$  durch  $T$  ausdrücken,

$$\frac{g}{2\pi} T^2 = \tau \left( \frac{g}{2\pi} T \mp m \cos \vartheta \right) \text{ oder} \\ T^2 - T\tau = \mp \frac{2\pi}{g} m \cdot \tau \cdot \cos \vartheta,$$

woraus man die wahre Periode erhält

$$T = \frac{\tau}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\tau}{2}\right)^2 + \frac{2\pi}{g} m \cdot \tau \cdot \cos \vartheta} \quad (VI)$$

(— unter der Wurzel für den Fall, dafs Schiff und Seegang in derselben Richtung sich bewegen.)  $L$  hat man dann aus (V)  $= 1.56 T^2$  und endlich  $C$  ent-

<sup>1)</sup> Krümmel a. a. O. hat in seinen Darlegungen über diesen Gegenstand überall den in der ersten Sekunde von einem frei fallenden Körper durchlaufenen Raum « $g$ » genannt ( $= \frac{1}{2} g$  dessen, was gewöhnlich mit  $g$  bezeichnet wird), woraus die natürlich nur äusserlichen Unterschiede der hier gegebenen Formeln von denjenigen im Handb. d. Ocean. sich erklären.



weder  $= \frac{L}{T}$  oder  $= 1.56 T$ . Auf diesem Wege sind in 4 Fällen (s. Tabelle I No. 7, 9, 10 u. Tab. II, No. 5) die Werte der Wellenmaße lediglich auf Grund der Beobachtung von  $\tau$  bestimmt worden.

Wenn man in dieser dargelegten Weise Beobachtung und Berechnung vornimmt, so wird man meines Erachtens am einfachsten die Sache gestalten. Es sind, zum Teil nur in kleinen Punkten oder in der Anordnung abweichend, Systeme der Beobachtung aufgestellt worden von Stokes<sup>1)</sup> für die verschiedenen Fälle (from a ship at sea, for a ship at anchor, for an observer on shore), von Abercromby<sup>2)</sup>, welcher drei Beobachter zugleich beschäftigt wissen will, von Krümmel<sup>3)</sup>. Für mich lag immer das Hauptgewicht auf genauer Beobachtung der Zeit nach Sekunden, sowohl für  $\tau$  als für  $c$ , auch ist dann in den meisten Fällen ein Beobachter ausreichend. Direkte Messungen der Länge der Wellen an der Schiffswand ergaben wenig zuverlässige Werte und erwiesen sich überhaupt bei schnell laufenden Wellen als schwer durchführbar.

Während wir uns im Vorstehenden auf dem guten Grund direkter, zuverlässiger Beobachtungen befanden, liegen die Verhältnisse in betreff der vierten Wellendimension, welche noch dazu in manchem Betrachter gerade ein sehr großes Interesse beansprucht, weitaus ungünstiger. Die Wellenhöhe «H» läßt sich auf keine einwurfsfreie Weise direkt messen; man muß zu Schätzungen greifen. Dieselben dürften allerdings, besonders bei mäßigem Seegang, der Wahrheit im Ganzen recht nahe kommen, wenn sie von erfahrenen Seeleuten gemacht werden.<sup>4)</sup>

Bei unseren heutigen hochbordigen und langen Seeschiffen wird es weniger auf eine Bestimmung der Augenhöhe über dem Meeresspiegel durch Visiren nach der Kimm ankommen, auch wird eine optische Täuschung durch das geneigte Schiffsdeck weniger zu fürchten sein, es wird sich vielmehr in den meisten Fällen um eine direkte Schätzung der seitwärts passierenden Wellen nach dem Augensehein handeln.

Die so erlangten Höhenzahlen sind in die Tabellen aufgenommen worden. Daneben finden sich von mir «mittelst Aneroid» angestellte Messungen. Die Idee, an einem sehr empfindlichen und mit mikroskopischer Ablesung versehenen Aneroid die durch das Stampfen des Schiffes verursachten Luftdruckschwankungen zu beobachten und daraus auf die Höhen der unter dem Schiff weglaufenden Seen zu schließen, stammt von Dr. G. Neumayer. Soviel ich sehe, hat bisher aber nur Abercromby<sup>5)</sup> etwas näheres über solche Messungen veröffentlicht, und dieselben zeigen jedenfalls soviel, daß die Methode in Ermangelung besserer

<sup>1)</sup> Remarks to accompany the monthly charts of meteorological Data for the Nine 10° Squares of the Atlantic, London 1876. Official No. 27. Appendix B. 566.

<sup>2)</sup> a. a. O. S. 268.

<sup>3)</sup> a. a. O. S. 38 ff.

<sup>4)</sup> Über diese Beobb. lese man Krümmel a. a. O. S. 39 u. 47 ff.

<sup>5)</sup> Philos. Magaz., vol. XXV, S. 267.

wohl zu brauchen ist. Freilich tritt auch hierbei ein Umstand auf, welcher lediglich durch Schätzung individuellster Art erledigt werden kann: es ist klar, daß ein Schiff im Wellenthal und im Wellenkamm verschieden tief zu Wasser liegt, tiefer im Kamm als im Thal, und daß diese Differenz in der Eintauchungstiefe außerdem für verschiedene Schiffe verschieden ist, indem es einen Unterschied macht, ob das Schiff schwer beladen ist oder in Ballast geht, ob es sehr lang oder kurz ist.

Das Aneroid giebt daher im Allgemeinen, wie man leicht sieht, für die Wellenhöhe zu niedrige Werte; Abercromby hat bei seinen Beobachtungen eine konstante Differenz zwischen der Augenhöhe im Wellenthal und derjenigen im Wellenkamm angenommen, und zwar zählt er 6 engl. Fufs der vom Aneroid angezeigten Höhe hinzu. Ich habe auf verschiedenen Schiffen verschiedene Korrekturen angebracht, welche aber 1,8 m nur im Maximum erreichten und so weit wie irgend möglich durch ein Zusehen ausenbords abgeschätzt wurden.

Auf großen Schiffen versagt die Methode meistens bei mäßigem oder schwachem Seegang und ist nur für grobe, bezw. schwere Seen brauchbar. Nützlich ist sie besonders bei Dünungen, deren Höhe meist unterschätzt wird, da diesen Wellen das Scharfe und Wilde der Sturmsee fehlt. Man sieht aus Tabelle II, daß fast durchgängig die Dünungen nach der Aneroidbeobachtung höher waren als nach der gleichzeitigen Schätzung, während bei den Windseen das Umgekehrte der Fall ist.

Die Messungen dieser Art wurden nur bei ganz regelmäßigem Seegang und regelmäßiger Schiffsbewegung angestellt, und zwar natürlich in der Kajüte. Das Aneroid, welches mir von der Direktion der Deutschen Seewarte gütigst zur Verfügung gestellt worden war, (Riedel-Hamburg, Nr. 40644) gestattet eine Ableseung, bez. Abschätzung der zweiten Decimale des Millimeters. Mit Rücksicht auf die übrigen Fehlerquellen erschien es jedoch angebracht, nur die Zehntel abzulesen. Die Umsetzung der Luftdruckschwankungen in Höhendifferenzen geschah nach Jelinek's<sup>1)</sup> Angaben so, daß ich für 0,1 mm Druckänderung zu Grunde legte

| bei einem<br>Luftdruck von | einen Höhenunter-<br>schied von Meter |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 780                        | 1.03                                  |
| 770                        | 1.04                                  |
| 760                        | 1.05                                  |
| 750                        | 1.07                                  |
| 740                        | 1.08                                  |
| 730                        | 1.09                                  |

<sup>1)</sup> Anleitung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen, Wien 1884, S. 143.

Zur Veranschaulichung der Art und Weise, wie in der Praxis das Verfahren sich gestaltete, gebe ich noch zwei Beispiele. Das erste ist vom 27. November 1891; das Ballastschiff, die Viermastbark «Robert Rickmers», lag bei einem schweren Sturm aus SE<sup>1)</sup> im Südatlantischen Ozean am Wind, hart stampfend und rollend. Die Aneroidbeobachtungen ergaben

| auf dem<br>Wellenkamm | im Wellenthal | Differenz<br>in mm     |
|-----------------------|---------------|------------------------|
| 753.3                 | 753.9         | $\pm 0.6$              |
| 753.2                 | 753.9         | 0.7                    |
| 753.3                 | 753.9         | 0.6                    |
| 753.5                 | 753.9         | 0.4                    |
| 753.4                 | 753.9         | 0.5                    |
| 753.3                 | 754.1         | 0.8                    |
| 753.1                 | 754.3         | 1.2                    |
| 753.4                 | 754.0         | 0.6                    |
| 753.5                 | 754.1         | 0.6                    |
| 753.5                 | 754.1         | 0.6                    |
| 753.6                 | 754.1         | 0.5                    |
| 753.3                 | 754.2         | 0.9                    |
|                       |               | Mittel: $\pm 0.67$ mm. |

Bei einem reduzierten Luftdruck von etwa 755 mm (nach dem Quecksilberbarometer) erhält man hieraus die Wellenhöhe zunächst zu  $1.06 \times 6.7 = 7.02$  m. Der hinzuzuzählende Unterschied in der Augenhöhe ward auf  $1\frac{1}{3}$  m angenommen, so daß wir  $H = 8,3$  m erhalten, eine sicherlich nicht zu hohe Zahl; denn vom Hinterdeck aus wurde öfters durch die Wellenberge dem Beobachter die Kimm verdeckt.

Das andere Beispiel ist unter ganz anderen Umständen gewonnen. Das Schiff lag in Windstille in dem südlichen Rofsbreitengürtel des Indischen Ozeans (28. XII. 1891) und hatte von einer ziemlich heftigen Dünung aus SW zu leiden.

<sup>1)</sup> Hier wie im Folgenden ist Ost durch E ausgedrückt, nur wenn es sich um Windrichtungen handelt, sonst immer durch O. Dies entspricht dem von der Deutschen Seewarte befolgten Verfahren.

## Aneroidablesungen:

| im Wellenkamm          | im Wellenthal | Differenz<br>in mm |
|------------------------|---------------|--------------------|
| 756.2                  | 756.5         | $\pm 0.3$          |
| 756.1                  | 756.4         | 0.3                |
| 756.0                  | 756.3         | 0.3                |
| 756.1                  | 756.4         | 0.3                |
| 756.0                  | 756.4         | 0.4                |
| 756.0                  | 756.3         | 0.3                |
| 755.9                  | 756.5         | 0.6                |
| 756.0                  | 756.4         | 0.4                |
| 756.0                  | 756.4         | 0.4                |
| 755.9                  | 756.4         | 0.5                |
| 756.0                  | 756.3         | 0.3                |
| Mittel: $\pm 0.37$ mm. |               |                    |

Bei einem reduzierten Luftdruck von rund 761 mm giebt diese Aneroiddifferenz eine Wellenhöhe von etwa 3.9 m. Diese Zahl wurde in Hinsicht auf die viel niedriger ausfallende Schätzung und die übrigen Umstände nicht erhöht.

Man sieht, unter welchen Schwierigkeiten solche Beobachtungen zu leiden haben, und wird demgemäß eine weite Fehlergrenze für  $H$  annehmen.

Gehen wir nun zu einer Diskussion der erlangten Wellendimensionen über.

## I.

## Windseen.

Es empfiehlt sich, zuerst nur die Windseen in Betracht zu ziehen; dies sind Seen, welche unter dem unmittelbaren, noch andauernden Einfluß des Windes stehen und voll ausgebildet sind. Wir vergleichen erst  $C$ ,  $L$ ,  $T$  unter einander. (s. Tab. I.)

Bei einer mäßig guten bis frischen Passatbrise (B. Sk. 5) und einem entsprechenden Seegang (Stärke 4 der neunteiligen Skala) finden wir als Mittel aus den Beobachtungen 1—3, daß die Periode typischer Passatwellen 4.8 Sekunden beträgt, die Wellenlänge 35 m und die sekundliche Geschwindigkeit 7.5 m, was einer stündlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 27 Kilometern, resp. 14.6 Seemeilen gleichkommt. Dies ist genau die Geschwindigkeit, welche unsere modernen großen Segelschiffe unter günstigsten Umständen erreichen, welche auch die weitaus größte Zahl der Dampfer nicht überschreitet.



Sobald der Wind zunimmt, steigern sich entsprechend die Wellendimensionen, und wir können aus den ziemlich gleichmäßig ansteigenden Werten der Tabelle entnehmen, daß die von einer steifen, leicht stürmischen Brise (B. Sk. 7) aufgeworfene See alle  $7\frac{1}{2}$  Sekunden sich wiederholt, ihre Länge etwa 80 m, ihre Geschwindigkeit 11—12 m pro Sekunde beträgt. Wellen von 9 Sekunden Periode, 120—130 m Länge und einer stündlichen Geschwindigkeit von über 52 Kilometer (= 28 Seemeilen) treten nur bei einem Sturm auf, und man wird nicht weit fehl gehen, wenn man diese Dimensionen als Durchschnittswerte für den Seegang bei einer Windstärke 9 ansetzt.

In den Maximalmaßen kommen aber bedeutend höhere Zahlen vor. Wie No. 10 der Tabelle I zeigt, war die schwerste von mir beobachtete Windsee über 210 m lang. Es war dies bei Gelegenheit eines sehr schweren Sturmes aus SE im Südatlantischen Ozean, der Seegang mußte schon als ein ungewöhnlich hoher und schwerer bezeichnet werden; das allerdings in Ballast befindliche Schiff arbeitete geradezu grauenhaft, obwohl es dicht am Winde lag.

Aber auch diese Dimension war noch keineswegs das Äußerste, was unter dem gewaltigen Druck orkanartiger Stürme zustande kommt. Das in Tab. II unter No. 8 mitgeteilte Beispiel einer Dünung, welches auf guten Beobachtungen beruht, zeigt, daß einheitliche Wellensysteme von 15 Sek. Periode, 350 m Länge und 24 m Geschwindigkeit pro Sekunde in außerordentlichen Fällen wohl vorkommen.

Viel höher dürften freilich, wenn man die zu Grunde liegende Windgeschwindigkeit in Anschlag bringt, welche in dem angeführten Beispiel schon die eines vollen Orkans erreicht haben muß, die Dimensionen der Wellen auf dem offenen Ozean nicht gehen. Abereromby<sup>1)</sup> gibt als größte von ihm beobachtete Werte

$$P = 16,5 \text{ Sek.}$$

$$L = 255 \text{ m}$$

$$C = 24,5 \text{ m p. Sek.,}$$

was bis auf die auffallend geringe Länge übereinkommt mit dem von mir angegebenen Maximalmaß (s. Tab. II. 8). Eine sekundliche Geschwindigkeit von 24 m oder 86 km in der Stunde ist aber gewiß höchst bedeutend. Bedenken wir, daß ein Schnellzug auf freier Streeke im besten Fall kaum so viel andauernd leistet, so vermögen wir uns eine Vorstellung von der hastenden Eile solcher die Gewässer der stürmischen Ozeane durchfurehenden Riesenwellen zu machen.

Es wird daher vollkommen verständlich, daß noch auf St. Helena in 16° S. B. die schweren NW-«Roller» eine besonders im Dezember bis März auf das Heftigste und oft auftretende Brandung erzeugen. Selbst wenn wir den 50. nördlichen Breitenparallel als ihre Ausgangslinie im Gebiet des überaus

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 268.

stürmischen Nordatlantischen Ozeans annehmen, so brauchen die Wellen, wenn sie vor St. Helena ankommen, nicht länger als 4—5 Tage unterwegs gewesen zu sein.<sup>1)</sup>

Für den mechanischen Effekt der Wellen an den Küsten kommt natürlich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, da dieselbe, wie gleich eingangs bemerkt, keinen Transport der Wasserteilchen darstellt, nicht oder nur wenig in Betracht, sondern vielmehr die kreisende Bewegung, welche innerhalb der einzelnen Welle von dem Wasser ausgeführt wird, die sogenannte Orbitalbewegung  $V$ . Letztere ist aber bedeutend geringer als  $C$ ; im günstigsten Fall kann sie beim Branden nach der Theorie  $= \frac{1}{2}C$  werden,<sup>2)</sup> sie scheint aber meist nur  $\frac{1}{4}C$  zu betragen (nach den unten S. 254 angegebenen Zahlen). Nehmen wir einmal zur Gewinnung einer ungefähren Anschauung diese Gröfse der Orbitalbewegung zu  $\frac{1}{4}C$  an, so erhalten wir immer noch für schwere Sturmsee eine Bewegung  $= 4$  m. p. Sek., und es begreift sich, das Wassermassen, mit solcher Geschwindigkeit gegen eine Küste wirkend, außerordentliche Zerstörungen anzurichten vermögen. Vier Meter pro Sekunde ist aber sicher noch nicht der extreme Fall, der in der Natur erreicht wird, da diese kreisende Bewegung außerdem mit wachsender Wellenhöhe und abnehmender Wassertiefe wächst — und letztere beiden Momente sind stets an Küsten in Betracht zu ziehen. — Kehren wir zur Betrachtung der Hochseewellen zurück, so wird man sagen dürfen, daß Wellen von mehr als 18 Sek. Periode, von über 500 m Länge und einer sekundlichen Geschwindigkeit von mehr als 28 m kaum vorkommen dürften, und daß die Richtigkeit aller weit darüber hinausgehenden Angaben, so besonders einiger von Mottez, Ross u. A. gegebenen Zahlen starken Zweifeln unterliegen muß, da höchstwahrscheinlich Interferenzen beobachtet wurden. Es kommt dies außerordentlich leicht vor, was ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann.<sup>3)</sup> Darin bestärkt mich noch der Umstand, daß vielfach diese Angaben gar nicht zu den Werten, welche die Trochoidenformeln liefern, stimmen würden.

Dies führt uns darauf, zuzusehen, wie denn überhaupt die Formeln der Trochoidentheorie sich zu den Beobachtungen verhalten. Ein Blick auf die Tabelle läßt jedenfalls erkennen, daß die rechnerisch abgeleiteten Werte im Ganzen gut, man darf vielleicht sagen, sehr gut zu den beobachteten passen, sodaß in der That die Wellenbewegung des offenen Ozeans, soweit Länge, Geschwindigkeit und Periode in Frage kommen, zweifelsohne nach den Gesetzen der trochoidischen Bewegung vor sich geht. Es sei dabei ausdrücklich erwähnt, daß hier nicht blofs die günstigen Fälle herausgesucht worden sind; ich habe wohl mehrere Beobachtungsreihen erhalten, deren Zahlen von den theoretisch berechneten

<sup>1)</sup> s. Krümmel a. a. O. S. 96.

<sup>2)</sup> ebenda, S. 87.

<sup>3)</sup> vergl. auch Abercromby a. a. O. S. 268, der derselben Ansicht ist.

bedeutend abwichen; aber diese Abweichungen waren dann gleich so bedeutende, ja kolossale, daß man erkennen mußte, daß Beobachtungsfehler in erheblicher Weise eingewirkt hatten.

Wichtig ist die schon von Krümmel bei der Diskussion der Wellenmessungen von Paris gemachte Bemerkung, daß die für  $C$ ,  $L$ ,  $T$  berechneten Werte ungefähr ebenso oft zu groß als zu klein ausfallen.<sup>1)</sup> Ungefähr dasselbe läßt sich von den vorliegenden Beobachtungen sagen.

Es sind die mit Benutzung von  $C$  berechneten Werte von  $L$  und  $T$  ebenso oft zu groß als zu klein, und dasselbe gilt von der unter Zugrundelegung von  $T$  vorgenommenen Berechnung von  $C$  und  $L$ . In praxi besonders wichtig ist, daß die unter Benutzung von  $T$  berechneten Werte sich gut an die Beobachtungen anschließen; denn man ist auf See oft in der Lage, nur die scheinbare Periode eines Seeganges genau feststellen zu können. In solchen Fällen wird man mit ziemlicher Zuversicht die Formeln der Trochoide benutzen können, um sehr angenähert die übrigen Dimensionen zu erhalten.<sup>2)</sup> Ich sage: «Die übrigen Dimensionen», d. h.  $C$  und  $L$ , aber ausgenommen die Wellenhöhe  $H$ . Dieselbe nimmt, wie wir gleich sehen werden, eine Sonderstellung unter den Wellenmaßen ein.

Was zuerst den absoluten Betrag von  $H$  anlangt, so bin ich auch hier wieder geneigt, im Maximum nur eine niedrige Zahl als oberste Grenze anzusetzen. Orkanartige Stürme, bei denen mit Fug und Recht eine Windstärke = B. Sk. 11 notirt wird, kommen so ziemlich auf jeder längeren Seereise vor, und die dabei von einer ganzen Reihe sorgfältiger Beobachter gemessenen Wellenhöhen bewegen sich ziemlich alle in den Zahlen 9—13 m. Die Challenger-Expedition maß keine höheren Wellen als 7 m, die Gazelle 11.4—13.2, Paris fand im Maximum 11.5.

Die hier vorgelegten Messungen erreichen nach den Aneroidbeobachtungen noch nicht ganz 10 m (9.8 m). Wenn man nun bedenkt, daß die nächst folgende und letzte Nummer der Windskala, No. 12, der volle Orkan, doch schließlich auch nur eine dem Steigen in den unteren Stärken entsprechende Steigerung der Wellenhöhe verursachen kann, so gelangt man zu dem Schluß, daß Wellen von mehr als höchstens 18 m kaum vorkommen dürften und eine wirkliche Höhe von 15 m schon eine ganz außerordentliche ist.

Es ist dies um so mehr anzunehmen, als ein voller Orkan meist nicht tagelang anhält und die Wellenhöhe auch nicht sogleich ihr höchstes Maß erreicht, außerdem im Bereich eines wirklichen Orkans infolge der relativ geringen Flächenausdehnung der Erseheinung bei gleichzeitig sehr verschiedener Windrichtung in den meisten Fällen starke Interferenzen der Wellenbewegung auftreten.

---

<sup>1)</sup> Handb. d. Ocean, II, S. 44.

<sup>2)</sup> s. oben S. 242 u. 243.

Die Angaben von kolossalen Wellenhöhen, welche in der Litteratur früher vielfach zu finden waren, beziehen sich auch meist nicht auf Gegenden, in denen ausgeprägte Wirbelstürme vorkommen, sondern auf die hohen südlichen Breiten am Kap der Guten Hoffnung und Kap Horn. Der Vergleich der geschätzten Höhen mit den aus Aneroidbeobachtung abgeleiteten zeigt, daß gerade bei Sturmsee die Schätzungen zu hoch ausfallen.

Eine steife Brise (B. Sk. 7) wird nur Wellen von etwa 5 m Höhe aufwerfen. Man gewinnt den Eindruck, als ob erst, wenn der Wind zum richtigen Sturm geworden ist, die Wellenhöhen einigermaßen bedeutende werden, dann allerdings mit zunehmendem Sturm stark, sprungsweise zunehmen.

Der Seegang im normalen Passat (B. Sk. 5.) zeigt eine Wellenhöhe von 1,5—2 m Höhe. Schon bei mäßigem Wind werden leicht Höhen bis zu 1 m entstehen. — Betrachten wir nun die Wellenhöhen in ihrem Verhältnis zu  $C$ ,  $L$ ,  $T$ , so ist zunächst bemerkenswert, daß die Theorie uns keine Beziehung zwischen  $H$  und irgend einer anderen Dimension liefert. Man kann bloß sagen, daß als äußerste Form, welche die Wellenbewegung annehmen kann, die Cycloide zu nennen ist und demnach das Verhältnis von  $H$  zu  $L$  eine oberste Grenze hat  $= 1 : \pi$ . Aber solche steile (hohle) Wellen kommen überhaupt nicht vor. Wir entnehmen aus unseren Messungen, daß bei den Windseen das Verhältnis von Höhe zur Länge mit der Windstärke sehr beträchtlich schwankt.

Es ergibt sich — lediglich nach den hier erörterten Beobachtungen — ein Verhältnis zwischen  $H$  und  $L$

|       |                      |        |                    |   |
|-------|----------------------|--------|--------------------|---|
| No. 1 | bei mäßigem Winde    | 1 : 41 | } Mittel<br>1 : 33 | Böschungs-Winkel $\varphi$ im<br>Mittel $\left( = 180^\circ \frac{H}{L} \right)$<br>$= 6^\circ$ . |
| 2     | (B. Sk. 5) =         | 1 : 36 |                    |   |
| 3     |                      | 1 : 20 |                    |   |
| 4     | bei starkem, steifem | 1 : 18 | } 1 : 18           | Winkel $\varphi = 10^\circ$ .   |
| 5     | Winde (B. Sk. 6—7) = | 1 : 19 |                    |   |
| 6     |                      | 1 : 18 |                    |   |
| 7     | bei Sturm (B. Sk. 9  | 1 : 13 | } 1 : 17           | Winkel $\varphi = 11^\circ$ .   |
| 8     | und mehr) =          | 1 : 21 |                    |   |
| 9     |                      | 1 : 15 |                    |   |
| 10    |                      | 1 : 21 |                    |   |

So viel ist klar — trotz der großen Differenzen innerhalb der Gruppen —, daß die flachsten Wellen bei niedrigem Seegang vorkommen und Sturmwellen jedenfalls steilere Böschungen aufweisen, als die Wellen einer mäßigen Brise. Auffallend ist, daß die Verhältniszahlen innerhalb der letzten Gruppe so bedeutend schwanken. Ich will die Vermutung nicht abweisen, daß die 2 Beobachtungen, welche sehr steile Wellen ergeben (1 : 13 u. 1 : 15), vielleicht gemacht sind, als die betreffenden Wellen noch nicht voll ausgebildet waren, sodaß den gemessenen



Höhen gröfsere Werte von  $L$  eigentlich zukämen. Man sieht, wie schwierig es ist, nicht blofs exakte Messungen zu machen, sondern auch überhaupt gute Fälle herauszugreifen. In den 2 in Rede stehenden Fällen (No. 7 und 9 der Tabelle I) wehte beide Male ein harter Sturm, das erste Mal seit ungefähr 18 Stunden, im letzten Fall war der Wind auch nur erst seit 38 Stunden stürmisch, sodafs es scheint, als wenn eine See länger als 48 Stunden gebrauche, um in jeder Beziehung ihre normalen Dimensionen zu erreichen.

Es spielt eben bei der Wellenhöhe der Faktor der «Zeit» eine grofse Rolle, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll, zumal hier blofs die thatsächlichen Beobachtungen erörtert werden sollen. Überdies entzieht sich dieser Punkt, die Zeitdauer der Windwirkung, fast jeder direkten Beobachtung; Börgen<sup>1)</sup> hat in neuerer Zeit in einem Aufsatz ihn gewürdigt und bei seinen theoretischen Aufstellungen berücksichtigt.

Im Allgemeinen fügen sich die gefundenen Zahlen für das Verhältniß von  $H : L$  gut den von Paris<sup>2)</sup> mitgeteilten ein; derselbe giebt  $H : L$

bei sehr schwerer See = 1 : 19

bei grober See = 1 : 21

bei schönem, d. h. mäfsigem

bis leichtem Seegang = 1 : 39.

Beachtenswert ist der auch hier bei den französischen Beobachtungen zu Tage tretende Sprung in den Verhältniszahlen, indem die Seen, sobald sie den Charakter der Sturmsee verlieren, schnell und bedeutend flacher werden. —

Es erübrigt noch, die Beziehungen zwischen der Wellengeschwindigkeit  $C$  und der Windgeschwindigkeit  $W$  zu erörtern.

Aus verschiedenen Gründen ist es mir nicht möglich gewesen, selbständige anemometrische Messungen mittelst eines Robinsonschen Schalenkreuzes an Bord der Schiffe anzustellen; selbst wenn ein solches Instrument zur Verfügung gewesen wäre, hätten doch mehrere sehr mißliche Korrekturen an den Angaben angebracht werden müssen (z. B. wegen der Fahrt des Schiffes, wegen der nicht immer vertikalen Lage der Rotationsachse u. s. w.).

Im Folgenden sind die Windstärken zu Grunde gelegt, welche im Schiffstagebuch alle 2 Stunden nach der Beaufort-Skala notirt werden, und es ist bekannt, dafs, wenn überhaupt wo, dann besonders auf Segelschiffen die einzelnen Windstärken genau und sorgfältig abgeschätzt werden, da ja schon die Segelführung sich darnach richtet. Gerade die praktischen Seeleute haben hierin ein sehr feines Gefühl und wissen sehr wohl den verschiedenen Eindruck, welchen ein und dieselbe Windstärke bei den verschiedenen Segelstellungen auf den Beobachter macht (z. B. beim Segeln «vor dem Wind» oder «an dem Wind»),

<sup>1)</sup> Annalen der Hydrographie, Berlin 1890, Heft I.

<sup>2)</sup> a. a. O. S. 121 ff.

zu beurteilen. Kurzum, die in den Tabellen angegebenen Grade der Windstärke dürfen volles Vertrauen verdienen.

Es handelt sich nun darum, diese Skalenzahlen in Geschwindigkeiten nach Metern pro Sekunde umzuwandeln. Über diesen Punkt besteht nicht ganz die Übereinstimmung, welche höchst wünschenswert wäre. In Deutschland ist wohl am meisten die Köppensche Reduktionstafel<sup>1)</sup> in Anwendung gekommen, auch Krümmel hat sie bei seinen Untersuchungen im Handbuche der Oceanographie zu Grunde gelegt. Dieselbe weist jedoch den einzelnen Nummern der Beaufort-Skala recht niedrige Werte zu, sodafs Köppen selbst in neuerer Zeit eine Erhöhung der Zahlen vorgenommen hat.<sup>2)</sup> Wenn man B. Sk. 8 gleichsetzt einer sekundlichen Windgeschwindigkeit von 16.5 m, so erhält man für B. Sk. 11 u. 12 immer noch Werte, die sehr niedrig erscheinen müssen. Denn man bedenke, dafs in jedem Winter an der Nordseeküste 25 m pro Sek. und mehr öfters beobachtet werden, 36 m pro Sek. in Hamburg schon wiederholt mit Zuverlässigkeit gemessen worden sind. Wenn während des letzten Orkanes auf Mauritius (29. April 1892) das Maximum der Geschwindigkeit bis auf 54 m pro Sek. stieg und man damit die Berichte über Verwüstungen, welche die nord-amerikanischen Tornados unter Umständen anrichten, verbindet, so gelangt man zu der Vorstellung, dafs die B. Sk. 12 (voller Orkan) Windgeschwindigkeiten vorbehalten bleiben mufs, welche 40 m pro Sek. und mehr betragen.

Ich stehe auf dem Standpunkte Börgen's<sup>3)</sup>, welcher sagt, dafs wohl Niemand bei einer Windgeschwindigkeit von 25 m pro Sekunde an einen (wenn auch erst beginnenden) Orkan denken wird. Genug, für unsere Beobachtungen auf See, welche zweifelsohne im Ganzen dahin neigen werden, dafs bei den Notirungen nach der Beaufort-Skala die wirklichen Geschwindigkeiten eher noch etwas gröfser denn kleiner waren im Vergleich zu entsprechenden Notirungen an Land, sind wir der Meinung eine Tabelle aufstellen zu sollen, welche noch über die von Börgen angenommenen Zahlen hinausgeht. Doch sehen wir aus anderen Gründen hier davon ab und wollen die Börgen'schen Werte zu Grunde legen; denn — um dies gleich zu bemerken — das wesentliche Resultat unserer Erörterung über das Verhältnis zwischen Wellengeschwindigkeit zur Windgeschwindigkeit wird dadurch nicht geändert, ja es würde sogar, im absoluten Betrage allerdings abgeschwächt, dasselbe bleiben, wenn wir die neuen von Köppen gegebenen Zahlen benützten.

Das Resultat ist nämlich dies, dafs in allen hier vorliegenden Fällen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen kleiner war als die Windgeschwindigkeit. Dies Ergebnis tritt in einigen Gegensatz zu den

---

<sup>1)</sup> Segelhandbuch für den Atlantischen Ocean, S. 45.

<sup>2)</sup> Annalen der Hydrographie 1892, S. 70.

<sup>3)</sup> a. a. O. S. 2.

meisten der bisher hierüber üblichen Annahmen. Wir stellen zunächst mit Benutzung von Tab. I die beiden Zahlenreihen neben einander zusammen.

| No.<br>der Beob. | Wind ( <i>W</i> ) |               | Wellen ( <i>C</i> )<br>Met. pro Sek. | $\frac{W}{C}$ |          |
|------------------|-------------------|---------------|--------------------------------------|---------------|----------|
|                  | B. Sk.            | Met. pro Sek. |                                      |               |          |
| 1                | 5                 | 9.6           | 7.2                                  | 1.33          | 1.32 : 1 |
| 2                | 5                 | 9.6           | 7.4                                  | 1.30          |          |
| 3                | 5                 | 9.6           | 7.8                                  | 1.23          |          |
| 4                | 6                 | 12.0          | 8.2                                  | 1.46          |          |
| 5                | 5—6               | 10.8          | 8.8                                  | 1.23          |          |
| 6                | 6                 | 12.0          | 10.2                                 | 1.17          |          |
| 7                | 9                 | 20.2          | 13.3                                 | 1.51          |          |
| 8                | 8—9               | 18.8          | 14.7                                 | 1.30          |          |
| 9                | 9                 | 20.2          | 14.2                                 | 1.42          |          |
| 10               | 10                | 23.3          | 18.3                                 | 1.30          |          |

Der Wind bewegte sich also in allen Fällen erheblich schneller vorwärts als die Wellen, und zwar in 2, 3 Fällen fast um die Hälfte schneller; im Mittel der 10 Beobachtungsreihen stellt sich das Verhältnis von  $W:C = 1.32:1$ . Es ist dies fast genau dasselbe Verhältnis beider Elemente, welches Paris<sup>1)</sup> als Mittel für die drei höchsten Stufen des Seeganges erhält, nämlich

$$\left. \begin{array}{l} \text{bei sehr schwerer See} \quad . \quad . \quad . \quad 1.66 \\ \text{bei schwerer See} \quad . \quad . \quad . \quad 1.43 \\ \text{bei grober See} \quad . \quad . \quad . \quad 1.07 \end{array} \right\} W:C = \text{Mittel } 1.38:1.$$

Die auffallend großen Wellengeschwindigkeiten, welche Paris für mäfsigen Seegang angiebt, bewirken, dafs bei geringen Windstärken nach diesem Gewährsmann das Verhältnis  $W:C$  sich umkehrt, und Krümmel gelangte nun in seinen umfassenden Darlegungen über diese Frage<sup>2)</sup>, bei Benutzung der Köppenschen Reduktionsskala, zu dem Resultat, dafs sogar in allen Fällen der Wellenbewegung eine beträchtlich gröfsere Geschwindigkeit zukomme als der gleichzeitigen Windbewegung.

Wie man sieht, stehen sich also diese Ergebnisse ziemlich scharf einander gegenüber. Die Entscheidung hängt natürlich in erster Linie von der Gröfse der Zahlenwerte ab, welche man den einzelnen Windstärken unterlegt, und da ist es von Wichtigkeit, nochmals ausdrücklich zu bemerken, dafs die Benutzung der neuen, von Köppen verbesserten Zahlen, deren bereits Erwähnung geschah, durchaus wesentlich dasselbe Resultat ergeben würde, dafs nämlich  $C$  kleiner als  $W$  ist. Ich stehe deshalb nicht an, als allgemeinen Satz auf-

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 121.

<sup>2)</sup> Handb. d. Ocean. II. S. 74—78.

zustellen, daß die Geschwindigkeit der Wellen immer kleiner ist, als die Geschwindigkeit des sie erzeugenden Windes.

Durch weitere Beobachtungen zu prüfen wäre besonders, um wie viel  $C$  kleiner als  $W$  ist; denn der gefundene mittlere Wert  $\frac{1}{1.32}$  wird nur eine Annäherung an das wahrscheinlich für alle Windstärken konstante Verhältniß  $C:W$  darstellen.

Es ist nicht beabsichtigt, mit dieser Aufstellung die theoretische Möglichkeit zu leugnen, daß die Wellen unter Umständen sich schneller vorwärts bewegen als der Wind. Beim Studium der Wellenentstehung muß ja klar werden, daß der Wind zuerst und in gewissem Sinne überhaupt nur die Orbitalbewegung der Wasserteilchen innerhalb der einzelnen Welle verursacht, welche letztere Bewegung dann ihrerseits, wie dies die Wellenmaschine sehr deutlich zur Anschauung bringt, die schnelle Fortpflanzung der Wellenform bedingt. Diejenigen, welche darüber staunen, wie es überhaupt möglich sein soll, daß die Welle größere Geschwindigkeit besitzen kann als der sie erzeugende Wind, verweist daher Krümmel<sup>1)</sup> mit Recht auf den fundamentalen Unterschied zwischen der oscillirenden Bewegung der Wasserteilchen ( $V$ ) und der fortschreitenden Bewegung der Wellenform ( $C$ ).

Aber mit der Einräumung der Möglichkeit, daß die Wellen schneller sich fortpflanzen, als der Wind fortschreitet, ist nicht gesagt, daß in der Natur diese Möglichkeit je zur Wirklichkeit werde; die von Alters her viel angeführte «Dünung vor dem Sturm», welche beweisen soll, daß die Welle wirklich eine größere Fortpflanzungsgeschwindigkeit als der Wind besitze, glaube ich in ganz anderer Weise deuten zu sollen, wovon gleich nachher einiges zu sagen sein wird. Zunächst wollen wir, um in dieser Sache noch klarer zu sehen, einige Beziehungen zwischen  $V$ ,  $C$  und  $W$ , wie sie die Theorie und die Beobachtung liefern, erörtern.

Nach der Trochoidentheorie, welche, wie wir gefunden, den realen Wellendimensionen gut entsprechende Werte liefert, ist  $V:C = 2\pi \frac{H}{L} \cdot \frac{H}{L}$  ergab sich in unseren Beobachtungen bei mäßigem Seegang zu  $\frac{1}{33}$ , bei schwerer hoher See zu  $\frac{1}{18}$ . Daraus erhalten wir

$$\begin{aligned} V &= 0.19 C = \text{rund } \frac{1}{5} C \text{ bei mäßiger See,} \\ &= 0.35 C = \text{rund } \frac{1}{3} C \text{ bei schwerer See.} \end{aligned}$$

Das Verhältniß hinwiederum von Wellengeschwindigkeit  $C$  zur Windgeschwindigkeit  $W$  war ungefähr — es handelt sich hier nur um Gewinnung einer Übersicht und nicht um den genauen absoluten Wert  $= 1:1.32$ . Daraus finden wir endlich die Orbitalgeschwindigkeit  $V$

<sup>1)</sup> Oceanogr. II, S. 75.



$$a) \text{ bei mäßigem Wind und Seegang } = \frac{0.19}{1.32} W = 0.144 W,$$

$$b) \text{ bei schwerem Wind und Seegang } = \frac{0.35}{1.35} W = 0.265 W.$$

Der Wind besitzt also immer eine bedeutend gröfsere Geschwindigkeit als das Wasserteilchen in der Welle;  $W$  dürfte bei mäßigem Wind etwa 7mal  $\left(= \frac{1}{0.144}\right)$  und bei schwerem Wind etwa 4mal  $\left(= \frac{1}{0.265}\right)$  gröfser sein als  $V$ .

Wir entnehmen hieraus noch, dafs die Orbitalgeschwindigkeit in der Welle bei grofsen Dimensionen und starkem Wind nicht blofs absolut, sondern auch relativ (im Verhältnis zur Windstärke) bedeutender ist als bei kleinen Wellendimensionen und mäßigen Winden.

Die bewegte Luft vermag nach Vorstehendem dem Wasser etwa den vierten bis siebenten Teil ihrer eigenen Geschwindigkeit zu erteilen; erst, wenn der Wind die oscillirenden Wasserteilchen so antreiben könnte, dafs sie eine Geschwindigkeit erlangen, welche nur 2.8 mal kleiner ist als diejenige des Windes, würden die Wellen ebenso schnell sich fortpflanzen wie der Wind, und erst, wenn auch dieser Betrag noch vermindert würde, also, wenn die Orbitalgeschwindigkeit noch mehr derjenigen des Windes sich näherte, erst dann würde die Wellenform sich schneller vorwärts bewegen als der Wind.

Es mufs aber gewifs schon als ein hohes Mafs bezeichnet werden, wenn bei der Wellenbewegung die bewegte Luft den vierten Teil ihrer Geschwindigkeit auf das andere Medium, das Wasser, zu übertragen vermag.

Nach den vorliegenden Beobachtungen lassen sich die in der Natur auftretenden Verhältnisse etwa so ausdrücken, dafs man sagt: die Windgeschwindigkeit ist 5—6mal gröfser als die Orbitalgeschwindigkeit der Wasserteilchen in der Welle und etwa 1.3mal schneller als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellenform. Dabei legen wir jedoch kein grofses Gewicht auf die absolute Gröfse der in den vorstehenden Auseinandersetzungen gegebenen Zahlen; wir sind aber ziemlich sicher, dafs das Wesentliche des Ergebnisses sich bewahrheiten wird für alle Wellen, welche voll ausgebildet und frei von irgend welchen beschränkenden Einflüssen sich entwickelt haben.

Es bliebe nun noch die schon gestreifte Frage nach der Erklärung der Dünung vor dem Sturm.

Schon den alten Seefahrern war bekannt, dafs manchmal (nicht immer) schweres Wetter sich einige Zeit vor seinem Ausbruch durch einen eigentümlichen, hohen, der augenblicklichen Windstärke und vielleicht auch der Windrichtung gar nicht entsprechenden Seegang bemerkbar macht. Dies ist die Dünung. Sie ist im Bereich des Sturmgebiets aufgeworfen und läuft nun nach der gewöhnlichen Auffassung schneller als der Wind vor dem letzteren her, den Schiffer warnend. Ich glaube, dafs man, infolge der Beobachtungen, welche dem Wind stets eine etwas gröfsere Geschwindigkeit zuweisen als der Welle, sich nach einer anderen Erklärung umsehen mufs.

Ich hatte mir auch schon früher, lange bevor ich die Seereisen unternommen, von der Dünung und ihrem Verhältnis zu einem Sturmgebiet in anderer Weise Reehenschaft zu geben versucht und sehe jetzt, da ich diesen Dingen wieder näher trete, daß in dem mehrere Male bereits erwähnten Aufsatz von Prof. Börgen<sup>1)</sup> genau dieselbe Erklärung, wie ich sie mir gebildet, gegeben ist, so daß ich nichts besseres thun zu können glaube als die Worte Börgen's hierher zu setzen:

«Größere Windgeschwindigkeiten kommen nur in Verbindung mit mehr oder weniger eng begrenzten Depressionen des Luftdrucks vor und gehören daher Cyclonen an, in denen die Windbahn keine geradlinige, sondern eine gekrümmte ist. Während nun die erzeugte Welle in der Tangente an die Windbahn fortschreitet, geht der Wind selbst einen ganz anderen Weg, es ist deshalb nicht ganz richtig, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle mit der Geschwindigkeit des Windes zu vergleichen, sie muß vielmehr mit der Fortbewegung des Sturmeentrums in Vergleich gebracht werden, und diese wird immer kleiner sein als die Geschwindigkeit der Wellen.»

Nach meiner Ansicht ist dies die genügende und zutreffende Deutung der Erscheinung, besonders in Hinsicht auf das statuirte Verhältnis zwischen Wellen- und Windgeschwindigkeit. Wäre die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen größer als diejenige des Windes, so müßten wir vor jedem Sturm Dünungen beobachten — und dies ist, wie die Erfahrung zeigt, ganz und gar nicht der Fall. Im Gegenteil ist die Erscheinung auf See nicht gerade häufig, daß eine deutliche Dünung vor einem Sturm bemerkbar wird. In den meisten Fällen ist der Vorgang so, daß mit auffrischendem und stürmisch werdendem Winde auch der Seegang ganz entsprechend zunimmt. Es ist klar, daß allein die Eigenbewegung der ganzen Depression als solcher hier in Frage kommt, und daß besonders dann Aussicht auf eine einigermaßen regelrechte und einfache Dünung vorhanden ist, wenn eine Seite der Depression, etwa die Vorderseite, im Vergleich zur anderen Hälfte schwach ausgebildet ist.

Nicht getroffen werden natürlich durch diese Erklärung die weiteren Folgerungen, welche man aus Beobachtung solcher Dünungen hinsichtlich der Richtung und Stärke des bevorstehenden Sturmes ziehen kann, und welche z. B. von Paris<sup>2)</sup> besprochen sind. —

Der Vollständigkeit wegen sei schließlich noch eine Übersicht darüber angefügt, in welcher Weise bei den Windseen nach unseren Beobachtungen das Verhältnis von Wellenhöhe  $H$  zur Windgeschwindigkeit  $W$  sich stellt.

Es sind von französischen Marineoffizieren, welchen wir — nebenbei bemerkt — den weitaus größten Teil des bisherigen Materials an Wellen-

<sup>1)</sup> Annal. d. Hydrogr., 1890, S. 8.

<sup>2)</sup> a. a. O., S. 125.

beobachtungen verdanken, mehrere Versuche gemacht worden, eine konstante Beziehung zwischen diesen zwei Faktoren aufzustellen, ja auch ihre physikalische Notwendigkeit zu beweisen.<sup>1)</sup> Wir beschränken uns darauf, die von uns empirisch gefundenen Verhältniszahlen anzugeben.

Man erhält bei Benutzung von Tabelle I und der Börgen'schen Windskala

|                                   | $H:W$   |                       |
|-----------------------------------|---------|-----------------------|
| für mäßigen Wind<br>und Seegang   | 1: 12.0 | } im Mittel<br>1: 8.8 |
|                                   | 1: 9.6  |                       |
|                                   | 1: 5.0  |                       |
| für starken Wind und<br>grobe See | 1: 4.8  | } 1: 3.8              |
|                                   | 1: 3.4  |                       |
|                                   | 1: 3.2  |                       |
| für schweren Wind<br>und Seegang  | 1: 3.0  | } 1: 2.4              |
|                                   | 1: 2.4  |                       |
|                                   | 1: 2.2  |                       |
|                                   | 1: 2.3  |                       |

Hiernach verändert sich also das Verhältnis  $H:W$  mit der Windstärke sehr beträchtlich, und wir gelangen auch von dieser Betrachtung aus wieder zu der schon oben<sup>2)</sup> besprochenen Vorstellung, daß die Wellenhöhe erst bei schwerem Wind und Sturm schnell zunimmt und eine beträchtliche wird, beträchtlich auch im Vergleich zur Windgeschwindigkeit.

Eine mäßige Brise scheint auch relativ viel niedrigere Wellen zu schaffen als ein stürmischer Wind, sodafs also wohl die von Krümmel<sup>3)</sup> aufgestellte empirische und für alle Windstärken konstante Relation  $H = \frac{1}{2} W$  weiterer Prüfung bedarf, da dieser Wert nach unseren Beobachtungen selbst bei Sturm noch nicht ganz erreicht wird.

## II.

### Dünungen.

Unstreitig eines der eigenartigsten Schauspiele, welches die Meeresoberfläche dem beobachtenden Reisenden darzubieten vermag, ist eine hohe, schnelle Dünung auf spiegelglatter See. Wohl ist eine wilde Sturmsee, welche ein in orkanartigen Böen wehender Wind aufwirft und vor sich herjagt, wobei er das Wasser der Wellenkämme in Schaum und Gischt in die Luft peitscht, im-

<sup>1)</sup> s. Handb. d. Oceanogr. II, S. 67—74.

<sup>2)</sup> S. 250.

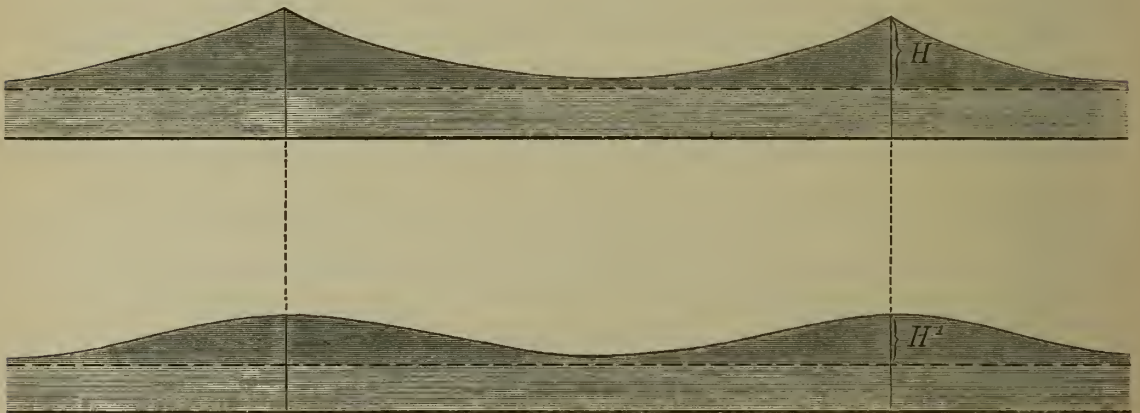
<sup>3)</sup> Handb. d. Oceanogr. II, S. 69 u. 70.

santer und grofsartiger; wohl sind auch die Eindrücke, welche durch das Meer bei totaler Windstille und vollkommen ruhigem Wasser hervorgerufen werden, oft von überwältigender Schönheit, zumal in den tropischen Meeren, wenn die See mit ihrer wahrhaft unbeschreiblichen tiefblauen Farbe wie eine einzige grofse Mischung des schönsten, durchsichtigen Kobaltblaus, glänzend wie ein polirter Metallspiegel und unbewegt und glatt bis zur Kimm hin, das Schiff umgiebt: aber etwas Eigentümlicheres als eine hohe Dünung auf glatter See wird man auf der Meeresfläche selten sehen.

Die See wird dann in gewisser Weise gespenstisch, unheimlich; man sieht die heftigen, schnellen Bewegungen, in langen, flach gewölbten Formen von der einen Seite her anrollen, unter dem Fahrzeug hinwegeilen und in entgegengesetzter Richtung ebenso schnell verschwinden, und dies in unaufhörlicher, regelmäfsiger Folge. Die Sturmsee ist nichts Wunderbares, man fühlt den Wind, der sie erregt; die glatte See der äquatorialen Calmen ist auch verständlich; aber hier bei der Dünung ist ein Leben im Wasser scheinbar ohne äufserliche Veranlassung. Das in Windstille treibende Schiff wird von der Dünung hin und her geworfen, sodafs die schlaff herabhängenden Segel bald voll, bald baek fallen, und ein beständiges, dem Seemannsohr sehr wenig erfreuliches Geräusch die Luft erfüllt.

Eine typisch ausgeprägte Dünung ist verhältnismäfsig nicht gerade häufig. In höheren Breiten, in denen absolute Windstillen meist nicht lange andauern, findet man sie wenig; ihr Gebiet sind die tropischen Meere, bis nach den Stillengürteln der polaren Passatgrenzen hin.

Dafs bei der Wellenbewegung nur die Form der Welle sich fortpflanzt, davon kann man sich niemals augenscheinlicher überzeugen, als dann, wenn Dünungen durch glatte See laufen.



NB. Die Höhen sind im Vergleich zu den Längen rund viermal zu groß gezeichnet.

Ganz oberflächlich betrachtet, ist die äufere Form der Dünung sehr verschieden von derjenigen der Windsee. Man kann im Profil die beiden Be-



wegungsformen des Meeres etwa so darstellen, wie es in den Skizzen hier geschehen ist.

Wir entnehmen daraus zunächst, daß bei gleicher Wellenlänge die Dünung eine geringere Höhe hat als die Windsee. ( $H^1 < H$ .) Die Wellenhöhe muß, da sie der unmittelbarste Effekt der Windstärke ist, auch am schnellsten mit dem Abflauen des Windes sinken, zumal die Schwerkraft unter allen Wellendimensionen am meisten der Wellenhöhe entgegenwirkt.

Bei der außerordentlich geringen Reibung, der die sich fortpflanzende Welle im Wasser begegnet, werden dagegen die anderen Dimensionen, besonders die Geschwindigkeit, voraussichtlich sich sehr gut erhalten.

In dieser Beziehung sind die folgenden drei Beobachtungsreihen charakteristisch:

| Datum  | Schiffsort    | Seegang            |        | $C$  | $L$   | $T$  | $H$  | Bemerkungen   |
|--|---------------|--------------------|--------|------|-------|------|------|---|
|  |               | aus                | Stärke |      |       |      |      |   |
| 1891   |               |                    |        |      |       |      |      |   |
| 22. XII.   | 40° S. 60° O. | SW $\frac{1}{2}$ S | 7      | 14.2 | 129.2 | 9.1  | 9.0  | Windsee.  |
| 23. XII.   | 38° S. 66° O. | SW                 | 6      | 13.7 | 120.6 | 8.8  | 6.4  | Dünung.<br>Entfernung vom<br>Schiffsort am 22. XII.:<br>300 Seemeilen.<br>Entfernung desgl.<br>800 Seemeilen. |
| 28. XII.   | 33° S. 81° O. | SW zS              | 5      | 12.0 | 93.1  | 7.0  | 3.9  |   |
| Abnahme in Prozenten<br>der resp. Werte der<br>Windsee in der Zeit vom<br>22.—28. XII. |               |                    |        | 15 % | 28 %  | 23 % | 56 % | 1100 Seemeilen<br>Gesamtentfernung.   |

Dazu sei Folgendes bemerkt. Die Viermastbark «Robert Rickmers», auf welcher während der Umsegelung des Kaps der Guten Hoffnung diese Messungen angestellt wurden, lenzte am 22. XII. vor einem harten, zeitweise sehr schweren Sturm aus rw. SW-Richtung. Die See lief hoch aus derselben Richtung und wies manchmal abnorm große Wellenberge auf.

Am nächsten Tage nahm der Wind ab; er veränderte sich auch nach WSW und W, sodaß der noch vorhandene Seegang aus SW bereits als Dünung aufzufassen ist. Wie man sieht, sind die Werte für  $C$ ,  $L$ ,  $T$  noch fast vollkommen unverändert, die Höhe aber hat schon um 2.6 m abgenommen auf einer Distanz von etwa 300 Seemeilen.

In den folgenden Tagen gelangte das Schiff ganz aus dem Bereich der stürmischen Westwinde heraus, und am 27. XII. begannen die Windstillen des südlichen Rofsbreitengürtels, in denen allmählich die auftretenden leichten Winde nach Osten umgingen, bis am 30. XII. der SE-Passat durchkam. Die schwere SW-Dünung hatte aber während der ganzen Zeit das Schiff begleitet und wurde noch in 1100 Seemeilen Entfernung von dem Ort, wo sie entstanden, höchst lästig empfunden. Die Höhe war um 56 % ihres anfänglichen Betrages ver-

mindert, die Geschwindigkeit dagegen nur um 15 %! Nehmen wir für die Dünung auf der ganzen Strecke eine mittlere sekundliche Geschwindigkeit von 13.1 m an, so dürfte dieser Seegang die ganze Entfernung von 40° S.B. 60° O.L. bis 33° S.B. 81° O.L. in 43 Stunden, also in noch nicht zwei Tagen durchlaufen haben.

Sowie SE-Brise am 30. XII. durchkam, verschwand die Dünung schon nach wenigen Stunden dem Beobachter. Es ist ferner zu beachten, daß (mit Ausnahme allein von No. 8 der Tab. II.) durchgängig bei Dünungen die geschätzten Wellenhöhen kleiner sind als die mit dem Aneroid gemessenen, während bei den Windseen das Umgekehrte der Fall war. Man wird erklärlicherweise immer geneigt sein, die Höhendimension der Dünung zu unterschätzen, da dieselbe flache Formen zeigt, während der schäumende, steil aufgerichtete Kamm der schweren Windsee höher erscheint, als er wirklich ist. Dies Verhältnis prägt sich auch sehr deutlich in den nach der neunteiligen Skala gemachten Anschreibungen über den Seegang aus. Diese zur Bezeichnung des Seegangs international festgelegte Skala<sup>1)</sup> berücksichtigt allein die Wellenhöhe, und so kommt es, daß zwei Wellenbewegungen, welche gleiche Geschwindigkeit haben, sagen wir 8½ m p. Sek., nach der Skala ganz verschiedene Nummern erhalten, als Windsee etwa No. 5, als Dünung nur No. 3 (vgl. Tab. I, 5 und Tab. II, 1).

Selbstverständlich wird bei den Dünungen das Verhältnis von Höhe zu Länge ganz und gar von der Zeit abhängen, und man kann, da in den weitaus meisten Fällen dem Beobachter an Bord jegliche Möglichkeit fehlt, hierüber irgend welche zutreffende Annahme zu machen, kaum etwas Näheres sagen, wenn man bloß die Beobachtungen sprechen lassen will und von theoretischen Deduktionen absieht.

Die Messungen vom 3. VII. 1892 (Tab. II, No. 6) beziehen sich augenscheinlich auf eine noch sehr junge Dünung, diejenigen aber vom 28. VIII. und 17. IX. (Tab. II No. 4 u. 2) auf solche, welche wahrscheinlich schon seit vielen Tagen aus dem Bereich der Winde, die sie erregt, herausgelangt waren.

Ob das Auslöschen solcher Wellenbewegungen in der Weise erfolgt, daß — natürlich abgesehen von der Wellenhöhe — die drei Werte  $C$ ,  $L$ ,  $T$  gewissermaßen harmonisch unter einander abnehmen, so zwar, daß während der einzelnen Zeiten stets das trochoidische Profil im Wesentlichen gewahrt bleibt, oder ob einzelne Dimensionen schneller, andere langsamer abnehmen, wage ich nicht zu entscheiden. Ich möchte fast annehmen, daß für jedes Stadium auch der Dünung die Trochoidenformeln Berechtigung haben, da die betreffenden Beobachtungen der Tabelle II ebenso wie diejenigen der Windseen eine im ganzen gewiß nicht schlechte Übereinstimmung mit den gleichzeitigen Berechnungen zeigen, wenngleich vielfach die Differenzen, besonders in der Wellenlänge, er-

<sup>1)</sup> S. dieselbe z. B. im Handb. d. Oceanogr., II, S. 51.

hebliche werden. Andererseits kann man nach dem oben näher beschriebenen Beispiel (Beobb. vom 22. 23. 28. XII. 1891) auch annehmen, daß die Wellenlänge relativ am schnellsten, dann in absteigender Reihe die Periode und am langsamsten die Geschwindigkeit sich vermindert.

Zum Schluß sei noch die Aufmerksamkeit auf die zwei letzten Beobachtungsreihen (No. 7 u. 8 der Tab. II) hingelenkt. Die erstere von beiden ist im Südatlantik auf der Fahrt vom Kapland nach St. Helena im Gebiet des damals sehr flauen SE-Passates gewonnen. Am 4. August 1892 in  $23^{\circ}$  S. B. und  $4^{\circ}$  O. L. trat 5<sup>h</sup> p. m. ganz plötzlich eine starke SW-Dünung auf, in der das Schiff «Peter Rickmers» sehr zu rollen begann. Am nächsten Tag nahm die hohe Dünung noch zu, ihre Richtung wurde zu rw. SWzW bestimmt und ihr Stärkegrad zu «6» der neunteiligen Skala, während der Wind gleichzeitig zu einem ganz leichten Zug aus SSE herabsank. Man kann sich vorstellen, daß das Schiff nunmehr heftig in der immer lästiger fallenden Dünung hin und her geworfen wurde. So begleitete uns diese aus dem stürmischen Süden heraufgekommene Wellenbewegung bis etwa nach St. Helena hin.

In keinem Ocean der Erde soll nach der Aussage vielbefahrener Seeleute der «Swell» so häufig und so anhaltend sein, wie im Südatlantischen Ocean, und es kann gar keinem Zweifel unterliegen, daß damals gleichzeitig an der afrikanischen Westküste eine schwere Kalema<sup>1)</sup> geherrscht hat. Dieselbe wird, unter Zugrundelegung der gemessenen Geschwindigkeit von etwa 34 Seemeilen in der Stunde, schon am 5. August 10<sup>h</sup> a. m. an die afrikanische Küste in der Gegend der Mündung des Kunene, da, wo südlich von der Kongomündung das afrikanische Festland am weitesten sich nach Westen erstreckt, gelangt sein und bei Loanda ( $9\frac{3}{4}^{\circ}$  S. B.) schon 28 Stunden später, als sie unser Schiff erreicht, also am 5. August ungefähr um 9h p. m. sich fühlbar gemacht haben.

Auf unserem Schiff wurde mir oft durch die Wellenberge der Dünung bei einer Augenhöhe von reichlich  $4\frac{1}{2}$  m die Kimm verdeckt. Nach den Beobachtungen von Dr. Pechuël-Lösche tritt die bekannte und viel geschilderte Strandbrandung der Nieder-Guineaküste besonders häufig und intensiv in den Monaten Juni bis September auf, ganz erklärlicherweise, da in diesen Monaten des südlichen Winters die schweren Westwinde der südlichen Breiten häufiger und heftiger als gewöhnlich sind und besonders auch weiter nach Norden ihr Bereich ausdehnen. Die Periode, welche der genannte Autor gefunden hat und im Mittel zu 15 Sekunden angiebt, ist allerdings eine sehr große; in unserem Falle war die Periode zehn Sekunden, welche Zahl (nach einem Vergleich mit den Windseen zu urteilen) schon einen heftigen Sturm zur Voraussetzung hat.

Eine den Riesenwellen der von Pechuël-Lösche beobachteten Kalema ungefähr gleichkommende Dünung stellt die letzte unserer in der Tabelle abge-

<sup>1)</sup> S. hierüber Handb. d. Oceanogr., II. S. 95 und Loango-Expedition, Abt. III, 1. Hälfte S. 18 ff. (von Pechuël-Lösche).

druckten Beobachtungsreihen dar. Hier war in der That die Periode fast 15 Sekunden, und auch die andren Dimensionen waren alle so kolossale, dafs nur ein auferordentlich schweres, anhaltendes Sturmwetter solchen Seegang aufgeworfen haben konnte. Beobachtet wurde diese Dünung recht mitten zwischen der Südspitze Madagaskars und der afrikanischen Küste in der Gegend von Natal. Ihre Richtung war aus rw. SWzS, also durchaus entsprechend den heftigen NW-Dünungen des Nordatlantischen Ozeans, welche durch die auf der Rückseite barometrischer Depressionen oft so fürchterlich wehenden NW-Winde verursacht sind und bis nach St. Helena, wie bekannt, sich unter Umständen fortpflanzen.

Abgesehen von den gewaltigen Dimensionen war diese Dünung noch durch eine unregelmäfsig-periodische Heftigkeit ausgezeichnet. Seit dem Mittag des 12. Juli 1892 machte in Pausen von 10—15 Minuten der Seegang sich besonders fühlbar; das am Wind (derselbe wehte mäfsig aus ungefährer Südrichtung) segelnde Schiff stampfte schwer in der immer mehr aufkommenden Dünung. Wiederholte Beobachtungen zeigten eine auffallende Verschiedenheit in der Länge der Periode, verbunden mit Unterschieden in der Höhe der Wellen.

Meist kamen 3, 4, auch 5 Wellen von besonders auffallender Höhe hinter einander, und zwar die zweite etwa 16—17 Sekunden nach der ersten, die dritte 15 Sekunden nach der zweiten, die vierte und nächste 14, auch 13 Sekunden nach der dritten u. s. f.

War eine solche Gruppe von abnormen Wellen vorbei gegangen, dann folgte eine Pause von etwa 10 Minuten oder mehr, während welcher der Seegang regelmäfsig lief, bis wiederum eine solche Zahl sehr hoher Wellenberge ankam. Offenbar liegt hier die Erscheinung des «Dreigeschwell's», der *Τριζυγία* der alten Griechen vor. Man sieht, dafs dies Phaenomen auch bei Dünungen vorkommt, und nicht blofs bei Windseen.

Um noch einige Bemerkungen über dies periodische Anwachsen und Abflauen des Seeganges, was übrigens während des Verlaufes eines Sturmes eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist, anzuschliessen, so ist vielleicht von Interesse, dafs nach den angestellten Beobachtungen nicht etwa die Dreizahl der Wellen notwendig oder auch nur charakteristisch ist. Ich habe meist 4, 5, auch 6—8 grofse Wellen sich folgen sehen, und schon die Zusammenstellung der verschiedenen Nachrichten und Erfahrungen über den Gegenstand, welche Krümmel<sup>1)</sup> gegeben hat, zeigt, dafs die Zahl nicht konstant ist. Ich bin der Meinung, dafs die Erscheinung mit den Böen der Stürme zusammenhängt.

Während die mäfsigen Winde meist zu einer gleichmäfsigen Brise neigen, weht ein Sturm man kann sagen immer in Böen von kürzerer oder längerer Dauer, d. h. die Windstärke ist nie für längere Zeit dieselbe. Auf Segelschiffsreisen kann man dies am besten beobachten: für mehrere Minuten

<sup>1)</sup> Handbuch der Ocean, II. S. 52.



weht es oft furehterlich, sodaß das letzte Sturmsegel, welches noch steht, aus den Lieken zu fliegen droht; gleich darnach ist es für längere Zeit wieder etwas «handiger», bis der Wind in orkanartigen Böen von neuem einfällt, und so geht es während des ganzen Sturmes. Das geübte Ohr kann dies Zu- und Abnehmen der Windstärke schon aus den Variationen des sonoren Tones, mit dem der Sturm durch die Takelung heult, unterscheiden.

Es liegt nun nahe, diesen Sturmböen die Erregung der abnorm hohen Wellengruppen zuzuschreiben; je nach der längeren oder kürzeren Dauer der Böen werden die besonders hohen Wellen innerhalb der einzelnen Gruppe mehr oder weniger zahlreich sein, und je nach dem mehr oder weniger böigen Charakter des Sturmes überhaupt wird die Erscheinung besonders deutlich oder auch nur wenig ausgebildet sein. Es ist dabei noch zu beachten, daß nur bei hoher, schwerer See solche Gruppenbildung vorzukommen scheint, was auch für diese Art der Erklärung, wie sie hier gegeben ist, sprechen würde.

Berlin, im Januar 1893.

---

Tabelle I.

| №   | Datum             | Geographische |           | Wind     |                     | Seegang                            |             | Geschwindigkeit „C“<br>in Meter pro Sekunde |  |   | Länge „L“<br>in Meter |   |   |
|-----|-------------------|---------------|-----------|----------|---------------------|------------------------------------|-------------|---|--|---|-----------------------|---|---|
|     |                   | Breite        | Länge     | Richtung | Stärke, B. Sk. 0—12 | Richtung                           | Stärke, 0—9 | beobachtet                                  | berechnet aus<br>$\sqrt{\frac{g}{2\pi} \cdot L}$ | berechnet aus<br>$\frac{g}{2\pi} \cdot T$ | beobachtet            | berechnet aus<br>$\frac{g}{2\pi} \cdot C^2$ | berechnet aus<br>$\frac{g}{2\pi} \cdot T^2$ |
| 1.  | 9. VII.<br>1892   | 26°<br>S.     | 48°<br>O. | E        | 5                   | O <sup>1</sup> / <sub>2</sub> S    | 4           | 7.2   | 7.1  | 7.2                                       | 32.8                  | 33.2  | 33.1  |
| 2.  | 17. VIII.<br>1892 | 7°<br>S.      | 15°<br>W. | ESE      | 5                   | SOzO <sup>1</sup> / <sub>4</sub> O | 4           | 7.4   | 7.5  | 7.6                                       | 36.4                  | 34.8  | 37.2  |
| 3.  | 14. VIII.<br>1892 | 11°<br>S.     | 10°<br>W. | SEzS     | 5                   | SOzS                               | 4—5         | 7.8   | 7.6  | 7.8                                       | 37.5                  | 39.0  | 39.0  |
| 4.  | 9. VII.<br>1892   | 26°<br>S.     | 48°<br>O. | ENE      | 6                   | NOzO <sup>1</sup> / <sub>2</sub> O | 4—5         | 8.2   | 8.2  | 8.4                                       | 44.2                  | 43.1  | 45.4  |
| 5.  | 31. VII.<br>1892  | 29°<br>S.     | 9°<br>O.  | SEzE     | 5—6                 | SOzO <sup>1</sup> / <sub>4</sub> O | 5           | 8.8   | 9.5  | 10.3                                      | 58.8                  | 49.6  | 67.9  |
| 6.  | 31. VII.<br>1892  | 29°<br>S.     | 9°<br>O.  | SE       | 6                   | SO <sup>1</sup> / <sub>2</sub> O   | 5           | 10.2  | 9.8  | 9.4                                       | 61.6                  | 66.5  | 56.2  |
| 7.  | 27. XI.<br>1891   | 35°<br>S.     | 36°<br>W. | ESE      | 9                   | OSO                                | 7           | —   | —  | 13.3                                      | —                     | —   | 112.8                                       |
| 8.  | 2. VII.<br>1892   | 17°<br>S.     | 72°<br>O. | ESE      | 8—9                 | SOzO <sup>3</sup> / <sub>4</sub> O | 7           | 14.7  | 14.3   | 13.7                                      | 130.4                 | 138.3                                       | 120.6                                       |
| 9.  | 22. XII.<br>1891  | 40°<br>S.     | 60°<br>O. | SWzS     | 9                   | SW <sup>1</sup> / <sub>2</sub> S   | 7           | —   | —  | 14.2                                      | —                     | —   | 129.2                                       |
| 10. | 28. XI.<br>1891   | 37°<br>S.     | 37°<br>W. | EzN      | 10                  | O                                  | 8—9         | —   | —  | 18.3                                      | —                     | —   | 213.6                                       |

Tabelle II.

|    |                   |           |           |     |     |                                   |   |      |      |      |       |       |       |
|----|-------------------|-----------|-----------|-----|-----|-----------------------------------|---|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1. | 10. VII.<br>1892  | 27°<br>S. | 44°<br>O. | ENE | 2—3 | NO <sup>1</sup> / <sub>2</sub> O  | 3 | 8.2  | 8.0  | 7.8  | 41.0  | 43.1  | 39.0  |
| 2. | 17. IX.<br>1892   | 37°<br>N. | 40°<br>W. | E   | 1   | O <sup>1</sup> / <sub>4</sub> N   | 3 | 9.5  | 8.8  | 8.1  | 49.3  | 57.7  | 42.2  |
| 3. | 28. XII.<br>1891  | 33°<br>S. | 81°<br>O. | —   | 0   | SWzS                              | 5 | 12.0 | 12.1 | 10.9 | 93.1  | 92.2  | 76.4  |
| 4. | 28. VIII.<br>1892 | 9°<br>N.  | 25°<br>W. | —   | 0   | N <sup>1</sup> / <sub>4</sub> O   | 4 | 13.6 | 12.5 | 11.5 | 100.0 | 118.3 | 85.1  |
| 5. | 23. XII.<br>1891  | 38°<br>S. | 66°<br>O. | WSW | 5   | SW                                | 6 | —    | —    | 13.7 | —     | —     | 120.6 |
| 6. | 3. VII.<br>1892   | 19°<br>S. | 68°<br>O. | EzS | 5   | O <sup>1</sup> / <sub>2</sub> S   | 6 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 140.2 | 140.4 | 140.6 |
| 7. | 8. VIII.<br>1892  | 19°<br>S. | 0°<br>L.  | —   | 0   | SWzW                              | 5 | 17.4 | 16.5 | 15.6 | 174.0 | 193.7 | 156.0 |
| 8. | 12. VII.<br>1892  | 28°<br>S. | 39°<br>O. | SzE | 5   | SSW <sup>3</sup> / <sub>4</sub> W | 7 | 23.5 | 23.1 | 22.6 | 341.7 | 352.5 | 327.7 |

Windseen.

| Periode „T“<br>in Sekunden | berechnet aus<br>$\sqrt{\frac{2\pi}{g} \cdot L}$ | berechnet aus<br>$\frac{2\pi}{g} \cdot C$ | Periode „T“<br>$\sqrt{\left(\frac{T}{2}\right)^2 + \frac{2\pi}{g} \cdot m \cdot T \cos \vartheta}$<br>berechnet aus<br>$\frac{T}{2} +$ | Höhe „H“<br>in Meter |                 | Bemerkungen.   |
|----------------------------|--|---|--|----------------------|-----------------|--|
|                            |  |   |  | nach<br>Schätzung    | nach<br>Aneroid |  |
| 6                          | 4.6  | 4.6                                       | —  | 0.8                  | —               |  |
| 7                          | 4.8  | 4.7                                       | —  | 1.0                  | —               | Mäßige Passatsee.  |
| 8                          | 4.9  | 5.0                                       | —  | 1.8—2.0              | —               | Frischer Passat. Für das Passatgebiet typischer Seegang.         |
| 9                          | 5.3  | 5.3                                       | —  | 2.5                  | —               |  |
| 10                         | 6.1  | 5.6                                       | —  | 4.0                  | 3.2             |  |
| 11                         | 6.2  | 6.5                                       | —  | 4.5                  | 3.7             |  |
| 12                         | —  | —   | 8.5  | 9.0                  | 8.3             |  |
| 13                         | 9.1  | 9.4                                       | —  | 7—8                  | 6.2             | Sehr stürmischer, aber beständiger Passat.                       |
| 14                         | —  | —   | 9.1  | 10 u. >              | 9.0             | Sturm. Einzelne sehr hohe Wellenberge.                           |
| 15                         | —  | —   | 11.7   | bis 12 m             | 9.8             | Ungewöhnlich hohe, schwere See. Schiff schlingert grau-<br>haft. |

Dünungen.

|    |      |      |     |     |     |  |
|----|------|------|-----|-----|-----|--|
| 10 | 5.1  | 5.2  | —   | 1.2 | —   |  |
| 12 | 5.6  | 6.0  | —   | 0.8 | —   |  |
| 13 | 7.7  | 7.1  | —   | 2.5 | 3.9 | vgl. No. 5 u. Windseen No. 9. $m = 0$ .  |
| 14 | 8.0  | 8.7  | —   | 2.0 | —   | Dünung aus dem NE-Passatgebiet.  |
| 15 | —    | —    | 8.8 | 5.0 | 6.4 | vgl. Windseen No. 9 und Dünungen No. 3.  |
| 16 | 9.4  | 9.5  | —   | 6.0 | 6.6 | Sehr schönes Passatwetter. Der stürmische Wind war zu<br>einer frischen Brise abgeflaut.   |
| 17 | 10.6 | 11.1 | —   | 4.0 | 5.8 | In der Windstille höchst lästige Dünung. Schiff rollt<br>schwer, die Segel schlagen. Typischer «Swell» des<br>Südatlantik (Kalema der afrik. Küste). |
| 18 | 14.8 | 15.0 | —   | 7.5 | 7.0 | Außerordentlich heftige Dünung. Schiff stampft fürchterlich.<br>Dünung in Pausen von 10—15 m besonders heftig.                                       |





Die  
**Kosmographie des Petrus Candidus  
Decembrius.**

Von  
**Dr. Konrad Kretschmer.**  
Berlin.





Die Vatikanische Bibliothek in Rom und die National-Bibliothek in Florenz sind im Besitz von Handschriften einer mittelalterlichen Kosmographie, als deren Verfasser sich Petrus Candidus Decembrius bekennt, eine in der Geschichte Mailands im XV. Jahrhundert vielgenannte Persönlichkeit. Das Buch beansprucht für uns in so fern ein besonderes Interesse, als es uns einige Schlussfolgerungen auf den Stand der geographischen Kenntnisse, über welche die Laienwelt jener Zeit verfügte, zu ziehen gestattet. Freilich lehnt sich der Verfasser noch ganz an die Arbeiten seiner Vorgänger, vorzüglich jene der Alten an; indessen wird dies Niemanden befremden können, der die Litteratur des Mittelalters, welche von einem unerschütterlichen Autoritätsglauben beherrscht war, näher kennen gelernt hat.

So sehr man aber auch in den traditionellen Lehrmeinungen noch befangen war, so läßt sich gleichwohl ein Fortschritt in der mittelalterlichen Erdkunde nicht verkennen, und besonders die großen Entdeckungen des XIII. und XIV. Jahrhunderts blieben auf die geographischen Vorstellungen nicht ohne Einfluß, wie uns dies das Weltbild des Dominikanermönches Fra Mauro lehrt, wenn sie auch allerdings erst ziemlich spät Gemeingut der Kosmographen von Fach geworden sind. Man war schon seit lange zu der Erkenntnis gelangt, daß die Schriften der Alten, und zwar besonders die der spätrömischen Periode, auf welche man sich lange Zeit ausschließlich beschränkt hatte, durchaus lückenhaft und der Ergänzung bedürftig waren, daß sie nicht im Entferntesten mehr als ausreichend für das geographische Gesamtwissen angesehen werden könnten.

Trotzdem sind vereinzelte Fälle vorgekommen, daß Unkundige zu den veralteten Handbüchern der Kosmographie zurückkehrten und unbekümmert um die Forschungsergebnisse eines Piano di Carpini, Marco Polo und Montecorvino noch ein Bild von der Erde entwarfen, welches, historisch betrachtet, für die damalige Zeit ein Anachronismus war. Ein solcher, besonders lehrreicher Fall liegt uns hier zur Behandlung vor. Petrus Candidus Decembrius, ein Mann von hochgelehrter, wahrhaft klassischer Bildung, welcher an den humanistischen Bestrebungen seiner Zeit den thätigsten Anteil nahm, ein Freund des Laurentius

Valla, widmet dem Bischof von Parma, Nicolao Arcimboldo, welcher von seinen Zeitgenossen gleichfalls als *vir doctissimus* angesehen wurde, eine Kosmographie und verrät in dieser einen Standpunkt der geographischen Vorstellungen, der, wie wir ihm nachrechnen können, genau tausend Jahre hinter ihm zurückliegt. Es muß dies um so mehr auffallen, als gerade Italien in jener Zeit der fruchtbarste Boden für die Entwicklung der wissenschaftlichen Erdkunde war, als gerade in Italien Reisende aus den verschiedensten und entlegensten Weltgegenden zusammenströmten. Aber trotz alledem müssen die Nachrichten, welche jene Leute heimbrachten, nur selten bis in die gebildeten Laienkreise gedrungen sein; denn anders läßt es sich nicht verstehen, wenn eine so hochstehende Persönlichkeit, wie Candidus, in seiner Kosmographie eine durchaus veraltete Auffassung wiedergibt und mit dem Buch dem Bischof Arcimboldo eine Überraschung zu bereiten gedenkt, bei diesem also die gleiche Unkenntnis in geographischen Fragen voraussetzt.

Da die Kosmographie bisher noch wenig bekannt geworden ist, so wird eine Veröffentlichung derselben, schon in kulturhistorischer Beziehung, von Interesse sein, um so mehr, als sie einer Zeit angehört, die wenige Jahrzehnte vor der Entdeckung Amerikas liegt.

## I. Der Verfasser.

Über den Verfasser unserer Kosmographie sind wir auf das Beste unterrichtet.

Er entstammte einer geachteten lombardischen Familie. Sein Vater war Uberto Decembrio<sup>1)</sup> aus Vigevano<sup>2)</sup>, seine Mutter hieß Catharina. Uberto hatte lange Zeit als Sekretär in Diensten des Pier Filargo da Candia gestanden und versah späterhin die gleiche Stellung bei dem Herzog von Mailand, Giammaria Visconti. Auch litterarisch hatte er sich mehrfach hervorgethan und eine lange Reihe wissenschaftlicher Schriften, vorzüglich moral-philosophischen und politischen Inhalts, sowie zahlreiche Übersetzungen griechischer Schriftsteller geliefert, von welchen freilich noch keine einzige im Druck erschienen ist. In der Würde eines Podestà starb er zu Triviglio im Jahr 1417.

Am 24. Oktober 1399 wurde ihm zu Pavia<sup>3)</sup> ein Sohn geboren, welcher

<sup>1)</sup> Vgl. über ihn besonders Philippi Argelati Bononiensis *Bibliotheca scriptorum Mediolanensium*, Mailand 1745, tom. II, II, Appendix, 2106. Ferner Gir. Tiraboschi, *Storia della letteratura Italiana*, Mailand 1824, tom. VI, parte 2, S. 1072.

<sup>2)</sup> Vigevano oder Viglevano liegt 30 km südwestlich von Mailand.

<sup>3)</sup> Allgemein wird Pavia, die *urbs Ticinensis*, als sein Geburtsort bezeichnet, wenn er auch in seiner Grabschrift (s. unten) mit Rücksicht auf seinen Vater ein *Viglevanensis* genannt wird. Er selbst bezeichnete sich wegen seiner Vorliebe für Mailand auch gern als *Mediolanensis*, wie dies Gir. Squarciafico in seiner *Vita Petrarchae* (Venedig 1503) bezeugt. Doch dürfen wir weder aus *Viglevanensis* noch *Mediolanensis* Rückschlüsse auf seinen Geburtsort ziehen.



zu Ehren seines hohen Gönners, des oben genannten Bischofs von Novara, Pier Filargo da Candia, des späteren Papstes Alexander V., den Namen Pietro Candido erhielt<sup>1)</sup>. Schon frühzeitig wurde er neben seinem Bruder Angelo zum Studium des Griechischen und Lateinischen angehalten, und als sein Vater nach Mailand übersiedelte, erhielt er in Manuello Grisolora und Guarini dem Älteren zwei hervorragende Lehrer<sup>2)</sup>. Noch im jugendlichen Alter stehend, wurde er vom Duca Filippo Maria Visconti an den Hof gezogen und bekleidete hier dieselbe Stellung wie vorher sein Vater. Es konnte daher nicht ausbleiben, daß auch er in politische Verhältnisse verwickelt wurde und dem Herzog in schwierigen Angelegenheiten durch Rat und That manchen Freundschaftsdienst leisten konnte. Als sich die Genuesen zur Beilegung der Zwistigkeiten mit Mailand in einem Memorandum an den Herzog wendeten, verfaßte Candidus das Antwortschreiben, welches uns in der Biblioteca Estense noch erhalten geblieben ist: *In Iannenses Responsiva per P. Candidum Ducalem Secretarium et Oratorem*; datirt *Mediolani XII. Kalendas Martias 1430*<sup>3)</sup>. Seine gerühmte Geschicklichkeit als Sekretär und Diplomat hatte auch Papst Eugen IV. veranlaßt, ihn in der gleichen Eigenschaft nach Rom zu berufen. Jedoch vergebens. Candidus lehnte das so verlockende Anerbieten ab und blieb dem Mailänder Herzog bis zu dessen Tod 1447 treu.

Es kam die Zeit des Interregnums. Nach dem Ableben des letzten Herzogs aus dem Hause Visconti focht die Mailänder Bürgerschaft unablässlich für ihre Unabhängigkeit, und suchte sich der Herrschaft des Francesco Sforza, des berühmten Condottiere Italiens, welcher als Schwiegersohn Filippo Maria's auf die Herzogswürde Anspruch erhob<sup>4)</sup>, zu entziehen. Hier bewies sich Petrus Candidus als einer der thatkräftigsten Verteidiger für Mailands Freiheit. Als Gesandten finden wir ihn am Hofe König Karls von Frankreich und anderer Fürsten vor. Aber das Schicksal Mailands liefs sich nicht mehr aufhalten; von Sforza arg bedrängt, mußte es sich zur Übergabe verstehen, und Candidus wurde mit der Auslieferung der Stadt und der Ausfertigung des Friedens betraut. Ehe er sich aber zu diesem demütigenden Geschäfte herbeiliefs, verlief er die Stadt und wendete sich nach Rom, wohin ihn Papst Nicolaus V. gerufen hatte. Aus seinem Schreiben an Francesco Barbaro geht hervor, daß er sich bereits im September 1453 in dieser neuen Stellung befand.

Späterhin, nach Nicolaus' Tod (1455), trat er in Beziehungen zu Alfons von Aragonien, dem König beider Sicilien, an dessen Hof er viele Jahre zu-

<sup>1)</sup> Vgl. *Giornale de' Letterati d'Italia*, Venezia 1712, Bd. XII, S. 343.

<sup>2)</sup> Fabricius, *Bibliotheca Latina mediae et infimae aetatis*, Patavii 1754, II, 17. Daß er schon als Knabe an den römischen Hof geschickt worden wäre, wie Argelati annimmt, ist uns nirgends bezeugt.

<sup>3)</sup> Tiraboschi (a. a. O. S. 1073) meint, daß es vielmehr 1436 heißen müßte.

<sup>4)</sup> Er hatte im Krieg gegen Florenz und Lucca (1430—1433) dem Herzog ausgezeichnete Dienste geleistet, und dieser gab ihm seine natürliche Tochter Bianca Maria zur Gemahlin.

brachte. Vorübergehend hielt er sich kurze Zeit in Ferrara auf<sup>1)</sup> und kehrte dann mehr als siebenzigjährig in das von ihm lange Zeit gemiedene Mailand zurück, wo er bald darauf, am 12. November 1477 starb.

Noch heute sieht man im Peristyl der Basilica von San Ambrogio (links vom großen Eingang) in Mailand sein Grabmal, welches ihm von seiner Frau<sup>2)</sup> gesetzt worden ist, und auf welchem eine lateinische Inschrift meldet:

P. CANDIDUS VIGLEVANENSIS MILES PHILIPPI MARIAE DUCIS  
SECRETARIUS SUBINDE MEDIOLANENSIVM LIBERTATI PRAEFUIT PARIQUE  
MODO SUB NICOLAO PAPA V. ET ALPHONSO ARAGONVM REGE MERUIT  
OPERVMQVE A SE EDITORVM LIBROS SUPRA CXXVII VULGARIBVS EXCEPTIS  
POSTERITATI MEMORIAEQVE RELIQUIT.

Soweit die äußeren Lebensverhältnisse des Petrus Candidus.

Trotz seines vielbewegten Lebens hatte er dennoch genügend Mufse gefunden, eine umfangreiche schriftstellerische Thätigkeit auszuüben. Wie es in der Grabschrift heifst, hat er nicht weniger als 127 Bücher der Nachwelt hinterlassen; und dies scheint keineswegs übertrieben zu sein, wenn wir die spaltenlangen Verzeichnisse der von ihm verfaßten Schriften durchgehen, soweit uns diese noch erhalten sind.

Als Darsteller der Geschichte seiner Zeit hat er sich rühmlich hervorgethan, und manche seiner Schriften, wie die Biographien des Herzogs Philipp Maria Visconti und Francesco Sforza's, sowie die Leichenrede auf Nicolao Picinini, sind als historische Quellen von hervorragender Bedeutung erkannt worden<sup>3)</sup>. Durch seinen langjährigen Verkehr am Hof der Herzöge von Mailand und seine Thätigkeit als Diplomat, hatte er naturgemäfs den besten Einblick in die politischen Verhältnisse gewonnen und ein umfangreiches Material zusammentragen können. Überdies unterhielt er Beziehungen zu anderen hochgestellten Persönlichkeiten Italiens, und sein ausgedehnter Briefwechsel mit diesen bezeugt die allgemeine Wertschätzung, welche ihm von Seiten seiner Zeitgenossen zuteil wurde<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> Tiraboschi (a. a. O. S. 1076) erwähnt zwei aus Ferrara datirte Briefe aus den Jahren 1461 und 1468. Borsetti (Hist. Gymn. ferrar. II, 290) läßt ihn dort als Lehrer des Marchese Leonello († 1450) wirken, was aus chronologischen Gründen falsch ist.

<sup>2)</sup> Petrus Candidus war zweimal verheirathet. Seine erste Frau Catherina de Bossis starb am 20. Mai 1464. Im folgenden Jahr 1465 heirathete er Baptistina de Camulio. Aus erster Ehe stammten zwei Söhne Candidus Maria und Candidus Antonius, welche ihm frühzeitig durch den Tod wieder entrissen wurden.

<sup>3)</sup> Die *Vita Philippi Mariae Vicecomitis Mediolanensium Ducis tertii* zuerst Mailand 1625 publizirt, dann von Muratori in den *Rerum italicarum Scriptores*, Bd. XX (Mailand 1731) S. 986 bis 1019. Die *Vita Francisci Sfortiae IV. Mediolanensium Ducis*, bei Muratori a. a. O. S. 1024—1045; die *Oratio in funere Nicolai Picinini sive vita eiusdem bellicosissimi Ducis anno 1414 a Polismagna in Italicum sermonem conversa*, bei Muratori S. 1049—1084. Ebenda noch einige Fragmente der *Oratio de laudibus Mediolani*.

<sup>4)</sup> Der Codex Epistolarum befindet sich in der Ambrosiana zu Mailand (S. n. 157). Er enthält auch die von anderen Personen an ihn gerichteten Briefe.

Auch als Dichter hatte er sich mehrfach versucht, und dafs sein poetisches Talent Anerkennung fand, können wir daraus abnehmen, dafs er den Ehrentitel eines Poeta laureatus führte. Wann und von wem ihm diese Ehre zuerkannt wurde, bleibt unentschieden. Indessen ist die Vermutung wohl begründet, dafs König Alfons von Neapel, der hohle Gönner von Künstlern und Dichtern, sie ihm zugesprochen hat <sup>1)</sup>.

Weit bedeutsamer aber waren seine Studien auf dem Gebiete der klassischen Litteratur. Sein Freund, der berühmte Humanist Laurentius Valla, schätzte ihn als einen vorzüglichen Grammatiker des Griechischen und Lateinischen, und die gründliche Kenntnis dieser Sprachen, die er von Jugend auf gepflegt hatte, befähigte ihn, den Geist der alten Schriftsteller zu erfassen und ihre Werke in Übersetzungen zugänglich zu machen. Auf Wunsch König Alfons übersetzte er die sieben ersten Bücher von Homers Ilias ins Lateinische. Wir wissen ferner, dafs er Platons Bücher über den Staat und über die Freundschaft, die Ethik des Aristoteles, die Werke Xenophons, die Geschichtsbücher des Diodorus Siculus, die Alexandergeschichte des Quintus Curtius Rufus, die Kommentare Cäsars zum Gallischen Krieg u. a. m. ins Lateinische bzw. Italienische übertrug. Auf Bitten Nicolaus V. fertigte er auch eine Übersetzung der römischen Geschichte Appians an und widmete die ersten Bücher dem Papst, die letzten dem König Alfons.

Die Mehrzahl seiner Werke ist noch nicht veröffentlicht. Unter den wenigen, die gedruckt sind, finden wir nur die genannte Geschichte Appians (Venedig 1472, ferner 1477 und Lyon 1551), sodann die Übersetzung des Curtius Rufus (Mailand 1488 und Venedig 1535) und die historischen Arbeiten über Visconti, Sforza und Picinini bei Muratori.

Es kann nicht auffallen, dafs eine so vielseitige Persönlichkeit, wie Petrus Candidus, sich auch auf Gebiete wagte, welche seiner Interessensphäre ferner lagen, und auf welchen er durchaus Laie und Dilettant war. Ja, man hat deshalb der Möglichkeit Raum gegeben, dafs einzelne Schriften, welche unter seinem Namen laufen, garnicht von ihm herkommen und erst Machwerke späterer Zeit seien. So glaubte noch Tiraboschi eine Abhandlung medizinischen Inhalts: *de genitura hominis* ihm allen Ernstes absprechen zu müssen.<sup>2)</sup> Der Umstand aber, dafs sich diese Abhandlung mitten unter anderen Arbeiten findet, die uns als Werke des Candidus gut beglaubigt sind, und dafs er sogar selbst auf sie Bezug nimmt, wie wir noch sehen werden, läfst meines Erachtens über die Autorschaft kaum noch einen Zweifel aufkommen.

Ebenso wenig darf man glauben, dafs die Kosmographie, welche wir im folgenden zum Gegenstand unserer Betrachtung machen wollen, nicht ein

<sup>1)</sup> Vgl. besonders V. Lancetti, *Memorie intorno ai poeti Laureati*, Milano 1839, S. 165.

<sup>2)</sup> Tiraboschi (a. a. O. S. 1077) meint, dafs Argelati irre, *attribuendo allo stesso Decembrio un opuscolo di medicina, intitolato de genitura, che si ha veramente alle stampe il nome di Candido, ma che è certamente diverso dal nostro, il quale non fu mai medico.*

Werk des Petrus Candidus wäre. — Sie ist bis heutigen Tages so gut wie unbekannt geblieben, da ich sie trotz eifrigster Nachforschungen nur bei zwei Gelehrten des vorigen Jahrhunderts kurz erwähnt gefunden habe: bei Sassi und Argelati.

Die fragliche Stelle bei Sassi<sup>1)</sup> lautet:

*Alterum opus Petri Candidi adhuc ineditum tenet Bibliotheca Ambrosiana, tribus distinctum libris, atque inscriptum Peregrina Historia. Primus cosmographiam complectitur et Provincias Insulasque Europae, Asiae, atque Africae brevi, sed accurata dimensione describit. In secundo de Genitura Hominis juxta Physicae principia disserit et admiranda narrat de lapide Ethite, qui in nidis aquilarum colore fulvus et alios lapillos continens reperitur . . . . In tertio de muneribus Romanae Reipublicae agit, singula Officia, quibus tum civilis tum sacra res gerebatur, describens . . . . Nonnulla etiam attexit de praeclaris Viris et Vatibus, Iulio Caesare, Octavio Augusto, Cajo Germanico, Virgilio, Ovidio, Statio, Lucano, Horatio et Juvenali. Hos libros, dicavit doctissimo Nicolao Arcemboldo, Episcopo Parmensi.* Es mag schon hier bemerkt werden, daß der Inhalt der Peregrina historia nach dem Exemplar der Ambrosiana sich durchaus deckt mit dem ersten Teil der Vaticanischen Handschrift.

Etwas kürzer faßt sich Argelati<sup>2)</sup>: *Peregrina Historia Libri III ad Nicolaum Arcimboldum Episcopum Parmensem. Ms. in Ambrosiana, de quo fusius Saxius; extat etiam apud PP. Teatinos S. Antonii Mediolani, ubi indicantur quoque libri huius Operis IV. V. VI., sed desiderantur.* Hiernach zu urteilen, muß die Peregrina historia noch drei weitere Bücher als Fortsetzung erhalten haben, und das neu aufgefundene Vatikanische Exemplar scheint noch zwei von diesen zu bieten (vgl. unten S. 286). Ursprünglich aber bestand die Peregrina historia nur aus den genannten drei ersten Büchern, wie Candidus im Prooemium deutlich hervorhebt: *Videbis itaque quid in cosmographia a nobis editum sit. Deinde que de hominis genitura: Postremo de romanorum muneribus scripserimus.* Welche Gründe Candidus veranlaßt haben mögen, ein aus so verschiedenartigen Gegenständen sich zusammensetzendes Sammelwerk mit dem wenig zutreffenden Titel: Peregrina historia zu versehen, vermögen wir nicht zu erkennen.

## II. Inhalt der Kosmographie.

Das ganze Werk der Peregrina Historia, deren erstes Buch unsere Kosmographie bildet, hat Petrus Candidus dem Bischof von Parma, Nicolao Arcimboldo gewidmet, wie sich aus der Titellüberschrift ergibt. Über die

1) Anton. Joseph. Saxius, *Historia Literario-typographica Mediolanensis*, im Sammelwerk von Argelati, tom I (1745) S. CCXCIV f.

2) Argelati a. a. O. im Verzeichnis von Candidus-Schriften, unter No. 26.



Persönlichkeit dieses Bischofs liefse sich mancherlei beibringen. Für uns genügt es zu wissen, daß er seiner Zeit als ein hochgelehrter Herr galt; wie schon Candidus ihn als *doctissimum iuris utriusque doctorem* anredet, so feiert ihn auch Constantinus Lascaris in einem Brief vom Dezember 1449 als *virum gravissimum* und *doctissimum*. Die Beziehungen zwischen Candidus und dem Bischof müssen sehr enge gewesen sein; einmal bezeugen dies die Briefe, von denen sich einige in dem vorhergenannten *Codex Epistolarum* der Ambrosiana finden, sodann aber legt auch die Einleitung zur Kosmographie hierfür beredtes Zeugnis ab.

Candidus beginnt mit einer sentimentalcn Betrachtung über das Wesen der Liebe zwischen Freunden und stellt den Satz obenan, daß zwei Liebende oftmals durch die äußeren Verhältnisse gezwungen, fern von einander weilen müssen, daß sie dann aber nichts desto weniger im Geist und im Herzen sich einander nahe fühlen. Areimboldo befand sich nämlich zu jener Zeit, als Candidus ihm seine Schrift zueignete, auf einer Reise in Sicilien. «Nicht aber glaube ich, fährt er fort, dem Sprichwort beipflichten zu müssen, welches da lautet: *Qui ab amantis distat oculis, eque ab animo alienus est* (Aus dem Auge, aus dem Sinn).» Denn wenn die Liebe eine aufrichtige ist und edeldenkenden Seelen innewohnt, so bedarf sie nicht des leiblichen Anblickes. «Darum, lieber Nicolaus, je weiter Du von mir entfernt bist, um so mehr trage ich nach Dir Verlangen, um so mehr sehe und umarme ich Dich im Geist.» Freilich ist es Freunden nicht immer vergönnt, zusammen zu wohnen und im persönlichen Gedankenaustausch zu stehen; denn den einen treibt die Wanderlust fort, den anderen hält die Ruhe gebannt, einen dritten wieder halten unabweisbare Verpflichtungen fern. Dein Bild aber schwebt mir stets vor der Seele, wenn Du auch gegenwärtig unendlich fern von mir, auf Sicilien weilst,<sup>1)</sup> wenn auch hohe Gebirge uns von einander trennen. Hierauf folgt die Widmung des schon so lange vorbereiteten Werkes, welches er erst jetzt fertig gestellt habe, sowie eine summarische Andeutung des Inhalts.

Nach einem kurzen tabellarischen Verzeichnis der einzelnen Länder und Provinzen von Europa, Asien und Afrika beginnt er dann mit der Kosmographie.

Die Vorstellungen von der Erde, wie sie uns hier vorgeführt werden, gründen sich noch ganz auf jene ältere Anschauung, nach der die bekannt gewordene Landfläche als eine allseitig vom Weltocean umgebene Festlandsmasse, als eine einzige große Kontinentalinsel aufzufassen wäre. Der sie umspülende Ocean bildet daher ein kontinuierlich zusammenhängendes Meer, dessen einzelne Teile in ihrem Lagenverhältnis zur Erdinsel durch entsprechende Namen unterschieden werden. Der Europa im Westen abschließende Ocean wird einmal (n. 9) als *Oceanus Occidentalis* bezeichnet, der den Südrand Afrikas begrenzende

<sup>1)</sup> Vgl. hiermit n. 62 des Textes.

als *Oceanus Meridianus* (n. 10); demzufolge wird das östliche Meer *Oceanus Eous* (n. 29, 30) genannt. Gleichwohl werden die Randmeere zuweilen auch noch durch Sondernamen unterschieden. So lesen wir von einem *Oceanus Sarmaticus* (n. 9) und *Scythicus* (n. 47) im hohen Norden, von einem *Oceanus Sericus* (n. 29), und ein Teil des Süd-Meeres von der Insel Taprobane an wird *Oceanus Indicus* (n. 29), weiter westlich *Oceanus Ethiopicus* genannt.

Auch die Dreiteilung der Erde ist nach dem bekannten Schema durchgeführt, wonach Asien die ganze Osthälfte der kreisförmigen Erdinsel einnahm, während Europa und Afrika auf die beiden westlichen Quadranten beschränkt wurden.<sup>1)</sup> Zwischen Europa und Asien bildete der auf dem Rhipäen-Gebirge entspringende Tanais die Grenze bis zur Maeotis hin, von wo an dann Pontus und Mittelmeer (n. 8: *mare nostrum quod magnum appellamus*) den asiatischen Kontinent im Westen abschließen. Schwieriger war es, den weiteren Verlauf der Scheidelinie nach Süden zu fixiren. Gemeinhin wurde hier der Nil als die große Teilungsscharre betrachtet, und zwar wegen seiner imponirenden Größe sowohl, als auch deshalb, weil sich die Nil- und Tanaismündung angeblich direkt nord-südlich einander gegenüber liegen sollten. So sehr nun auch die Tanais-Nillinie zu allen Zeiten des Altertums und Mittelalters als gültig anerkannt wurde, so war doch das Mißliche dieser Teilungsmethode unverkennbar und vorzüglich der Nil schuf hier mancherlei Schwierigkeiten. Hatte man sich schon gewöhnt, Ägypten der Breite nach in ein Ober- und Unterland zu scheiden, so mußte es folgerichtig durch den Nil der Länge nach auch noch in eine asiatische und afrikanische Seite zerfallen, also zwei verschiedenen Erdteilen angehören. Bereits Herodot, welcher mit der Dreiteilung der Erde, wie sie einige der ionischen Geographen vertraten, ganz und gar nicht einverstanden war, war auf derartige Bedenken gestossen, und er machte noch auf eine neue Schwierigkeit aufmerksam, wenn er sagt: «Die Griechen und mit ihnen die Ionier können nicht zählen, da sie nur drei Erdteile annehmen: Europa, Asien und Libyen, denn sie müssen ja als den vierten noch das ägyptische Delta hinzurechnen, da dieses nämlich weder zu Asien noch zu Libyen gehört. Denn nach dieser Meinung bildet ja der Nil nicht die Grenze zwischen Asien und Libyen, sondern an der Spitze dieses Deltas bricht sich der Fluß, sodaß es mitten zwischen Asien und Libyen zu liegen kommt.»<sup>2)</sup>

Vorübergehend war aber noch eine andere Einteilung in Aufnahme gekommen, auf welche bisher noch nicht genügend hingewiesen worden ist. Um

<sup>1)</sup> Über das Einteilungsprinzip der Erdinsel habe ich näher gehandelt in der Columbus-Festschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: die Entdeckung Amerikas in ihrer Bedeutung für die Geschichte des Weltbildes, 1892 S. 105 f. Die obigen Bemerkungen mögen als Ergänzungen des dort Gesagten dienen.

<sup>2)</sup> Herodot II, 16. Vgl. hierzu H. Berger, wissenschaftl. Erdkunde der Griechen, Leipzig 1887, I, 61 f.

die Mängel zu umgehen, welche durch die Annahme des Nils als Teilungslinie für die politische Begrenzung Ägyptens erwachsen, hatte man versucht, die Teilungsscharte weiter westlich zu verlegen. Hier fand sich nun eine Örtlichkeit vor, welche als politische Grenze zwischen Ägypten und der Cyrenaica wohl geeignet erschien, im weiteren Sinne auch als Grenze zwischen Asien und Afrika zu gelten, nämlich eine thalartige Einsenkung, der sogenannte Catabathmos, das heutige, eine Stunde lange Thal *Akabah el Kabire*.<sup>1)</sup> Die früheste Erwähnung dieses Thales als Scheide der beiden Erdteile finden wir bei Sallust, welcher in seiner Darstellung des Jugurthinischen Krieges auch die physischen Grenzen Afrikas bespricht und bemerkt, daß die Nordküste Afrikas im Westen ihren Abschluß an der Gaditanischen Meerenge habe, im Osten aber in einer breiten Absenkung, welche die Einwohner Catabathmos nennen.<sup>2)</sup> An einer späteren Stelle hebt er die Bedeutung dieser Thalsenke noch besonders hervor, denn sie scheide Ägypten von Afrika.<sup>3)</sup> — Ähnlich spricht sich Pomponius Mela aus: Der Catabathmos ist auch bei ihm die östliche Grenze von Cyrenaica und zwischen diesem und der arabischen Halbinsel liegt Ägypten, «das erste zu Asien gehörige Land».<sup>4)</sup>

Von den Schriftstellern der Folgezeit wird die Annahme, soweit ich sehen kann, nur noch von Orosius (n. 3) vertreten und im Anschluß an ihn finden wir sie auch noch in unserer Kosmographie des Petrus Candidus. Hiernach lief die Grenze von der Stadt Paraetonium an der Mittelmeer-Küste an, südlich durch den Catabathmon hindurch zu den libyschen Oasengebieten und dann durch die aethiopische Wüste bis an den südlichen Oceanrand. Eine weite Verbreitung hatte diese Einteilungsweise der Erde, wie schon angedeutet worden, keineswegs gefunden. Aber wir finden sie dennoch einmal auch kartographisch wiedergegeben und zwar auf einer noch sehr primitiv gezeichneten Weltkarte eines Codex der Leipziger Universitäts-Bibliothek, auf welcher das «Catabathmon» im Süden die Erdteile von einander scheidet, während der Nil, aus seiner dominirenden Lage verdrängt, seitlich in schräger Richtung in das Mittelmeer einmündet.<sup>5)</sup> —

<sup>1)</sup> Ptolemaeus (IV, 5, 4) unterscheidet zwischen einem großem Catabathmos (*Κατάβαθμος μέγας*) und einem kleineren, weiter binnenwärts gelegenen *Κ. μικρός* (IV, 5, 32). Catabathmos hieß auch ein kleines Kastel mit Hafen an der dortigen Küste. Vgl. Plin. V, 5. Nur als politische Grenze erwähnt den Ort auch Strabo (XVII, 798): *Καταβαθμοῦ· μέχρι δεῦρο γὰρ ἐστὶν ἡ Αἴγυπτος* und dem entsprechend (XVII, 838): *Καλεῖται δὲ ὁ τόπος Κατάβαθμος· μέχρι δεῦρο ἡ Κυρηναία, ἣ καὶ εἴρεται ἡμῖν ἐν τοῖς Αἰγυπτιακοῖς.*

<sup>2)</sup> Sallust. bell. Jugurth. c. 16: *Ea (Africa) finis habet ab occidente fretum nostri maris et Oceani, ab ortu solis declivem latitudinem, quem locum Catabathmon incolae appellant.*

<sup>3)</sup> Sallust, c. 19: *Catabathmon, qui locus Aegyptum ab Africa dividit.*

<sup>4)</sup> Mela I. 8, 2: *Inde ad Catabathmon Cyrenaica provincia est.* I, 9, 1: *Asiae primae pars Aegyptus inter Catabathmon et Arabas.*

<sup>5)</sup> Vgl. die genannte Festschrift S. 109 und den Atlas, Taf. III No. 6.

Hierauf geht Candidus zur näheren Beschreibung der drei Teile des *orbis tripartitus* über und zwar beginnt er mit Europa, weil in ihm Italien gelegen ist, die bedeutsamste Landschaft des Erdteils (n. 11).

Für Europa (n. 12—28) stellt er zunächst noch einmal die Grenzen fest und schließt hieran eine Beschreibung der einzelnen Länder, welche meist nur in ihrer gegenseitigen Lage zueinander bestimmt werden: die Donauländer, Moesia, Thracia, Macedonia, Achaia, Dalmatia, Pannonia, Noricus, Rhaetia, Italia, Gallia belgica und lugdunensis, Narbonensis, Equitania (Aquitania), Hispania citerior und ulterior, Britannia und Hibernia.

Es folgt die Darstellung von Asien (n. 29—49). Unter den dort aufgeführten Ländern finden wir folgerichtig auch Ägypten mit aufgezählt, welches auf Grund des oben erwähnten Einteilungsschemas zu Asien gehörte, aber auch von denjenigen schon, welche den Nil als Scheidelinie ansahen, zu Asien gerechnet wurde:

Als eine Erinnerung an die Vorstellungen der älteren griechischen Geographen müssen wir es ferner ansehen, wenn ein großes ost-westlich streichendes Scheidegebirge den asiatischen Kontinent in eine nördliche und südliche Hälfte teilen soll. Unklare Nachrichten über die Gebirge Inner-Asiens hatten zu der Annahme Veranlassung gegeben, daß das kleinasiatische Taurusgebirge weiter östlich eine Fortsetzung hätte, welche ganz Asien bis an den östlichen Oceanrand durchzöge. Neben verschiedenen Benennungen wurde dann der Name des Taurus, sowie irrtümlich auch jener des Kaukasus auf den ganzen Gebirgszug übertragen.<sup>1)</sup> So finden wir es auch noch in unserer Kosmographie dargestellt, denn der Kaukasus habe erst im äußersten Osten sein Ende, wo er als Vorgebirge Samara ins Meer hineinreiche (n. 29). Im weiteren wird dann noch (n. 41—46) eine Beschreibung des ganzen Gebirgszuges und seiner verschiedenen Namen gegeben. Etwas zweifelnd steht er aber der Frage gegenüber, inwieweit der Kaukasus thatsächlich als die Fortsetzung des kleinasiatischen Taurus anzusehen sei. Einige nehmen an, heißt es, daß die Gebirgskette des Taurus über den Mons Parcoatras nach dem Kaukasus sich hinüberziehe und so seinen Anschluß an das große innerasiatische Scheidegebirge finde. Hiergegen sei aber geltend zu machen, daß der Euphrat, welcher auf dem genannten Berg entspringe, die beiden Gebirgsketten sehr scharf von einander scheide, indem er nach Süden fließend zur Linken den Kaukasus, zur Rechten den Taurus habe. Im übrigen erkennt er aber dennoch an, daß der Gebirgszug jenseits des Parcoatras bis zum Vorgebirge Samara in Ost-Asien ein zusammenhängender ist, und unter dieser Voraussetzung macht er die einzelnen Abschnitte der Kammlinie namhaft; es sind: die Montes Acroceraunii, der mons Ariobarzanes, mons Memoralini (Memarmali), mons Parthaor (Parthau), mons Obscobares (Oscobares), mon-

<sup>1)</sup> Berger, wiss. Erdkde, III, 4; 90 f.; Kiepert, Lehrbuch S. 59.



tana sparapansade (montani Paropanisadae), mons Taurus, mons Caucasus, mons Imavus. Der Mons Imavus ist also, wie noch einmal hinzugefügt wird (n. 47) der letzte Teil des Caucasus (*imus caucasus*).

Bei der Darstellung der einzelnen Länderteile bespricht er zunächst die südlich des Kaukasuszuges liegenden Landschaften: India, Persis, Mesopotamia, Siria, Cappadocia, Asia minor und Egiptus inferior und superior. Nach eingehender Behandlung des Kaukasus selbst geht er dann zu den nordasiatischen Gebieten über.

Besonders beachtenswert ist es ferner, daß auch hier das Kaspische Meer noch als ein Meerbusen des offenen Ozeans angesehen wird, eine Annahme, welche sehr wahrscheinlich schon die alten ionischen Geographen vertreten hatten, und welche bis in die späteren Zeiten bestehen blieb, trotzdem mehrmals die gegenteilige Ansicht verfochten worden war und zwar vornehmlich von Herodot und Aristoteles.<sup>1)</sup> Noch Eratosthenes und Strabo traten für die Offenheit des Kaspischen Meeres ein, wenn sie auch die Verbindung zwischen diesem und dem Ocean durch einen nur schmalen kanalartigen Wasserarm hergestellt dachten.<sup>2)</sup> Ähnlich wird es in der Kosmographie geschildert (n. 48): die beiderseitigen äußeren Oceanufer ziehen sich binnenwärts, d. h. nach Süden wie zu einer langgezogenen Meerenge *longae angustiae* zusammen, um sich dann erst wieder zu erweitern und ein weites Meerbecken frei zu lassen, welches bis an den Fuß des Kaukasus reicht.

Für Afrika giebt der Verfasser unserer Kosmographie eine von dem gewöhnlichen Schema etwas abweichende Grenzbestimmung an. Die nördliche Küste Afrikas, welche von der Gaditanischen Meerenge im Westen an, vom Mittelmeer bespült wird, läuft nicht genau west-östlich, sondern zeigt eine bedeutende Neigung nach Süden, d. h. also nach Südosten. Dieser Erdteil sei daher den übrigen zwar an Länge gleich, doch stehe er ihnen in der Breite nach. Während einige nun nichts destoweniger die rationellen Gründe der Teilung, wonach Afrika als *tertia pars* bezeichnet werde, aufrecht erhielten, meinten andere diesen Teilabschnitt vielmehr in seinem Verhältnis zur Größe Europas abschätzen zu müssen; und zwar um so mehr als in Afrika mehr Land durch die Sonnenglut verloren gehe, als in Europa dem entsprechend durch die Kälte. Denn alle Organismen ertragen leichter Kälte, als übermäßige Wärme. Deshalb habe Afrika weniger brauchbares Land, infolge der Ungunst des Klimas aber desto mehr Wüsteneien aufzuweisen. — So wenig freilich auch die ungünstige klimatische Beschaffenheit des Landes als Grund für die Kleinheit desselben angeführt werden darf, so haben doch mancherlei andere Gründe, wie besonders

<sup>1)</sup> Herod. I, 203; Aristot. meteor. II, 1, 10; Berger, a. a. O. I, 30 f.

<sup>2)</sup> Strabo XI, 507: ἔστι θ' ὁ κόλπος ἀνέχων ἐκ τοῦ ὠκεανοῦ πρὸς μεσημβρίαν καὶ ἀρχὰς μὲν ἱκανῶς στενός, ἐνδοτέρῳ δὲ πλατύνεται προῦν, καὶ μάλιστα κατὰ τὸν μυχόν ἐπὶ σταδίου πρὸς καὶ πεντακισχίλιους.

die süd-östliche Neigung der Mittelmeerküste und vor allen die noch überaus dürftige Kenntnis von diesem Kontinent überhaupt, ihn im Verhältnis zu den anderen vielfach kleiner und unbedeutender erscheinen lassen. Auch auf den Karten der Zeit kommt dies zum Ausdruck. Es sei hier an die Weltkarte des Guido aus dem XII. Jahrhundert erinnert, auf welcher Afrika in dieser verkümmerten Gestalt wiedergegeben ist und die Nordküste ebenso südöstlich streicht, wie es in der Kosmographie geschildert wird.<sup>1)</sup>

Nach einer kurzen Beschreibung der afrikanischen Mittelmeerländer, folgt dann eine Darstellung der größeren Inseln und Inselgruppen des Mittelmeers: Cypern, Creta, der Cycladen, Sicilien, Sardinien, Corsica und der Balearen.

Hiermit schließt die Kosmographie. In einer von den Handschriften finden wir dann noch vier Hexameter des Petrarca und sechs Disticha des Giovanni Pollione über die acht Cardinalwinde angefügt. Es muß dahingestellt bleiben, ob dies bereits von Petrus Candidus selbst, oder erst von späterer Hand geschehen ist. Zu dem Inhalt der Kosmographie, welche wesentlich eine Länderkunde ist, stehen diese Verse jedenfalls in keiner Beziehung.

### III. Quellenanalyse.

Wenn wir näher prüfen wollen, auf welcher Grundlage Petrus Candidus seine Kosmographie bearbeitet hat, so liegt die Vermutung nahe, daß auch er sich auf jene encyklopädischen Sammelwerke stützte, an denen das Mittelalter so überaus reich war.<sup>2)</sup> Man könnte sogar glauben, daß er die römischen Schulschriftsteller, einen Plinius, Solinus, Martianus Capella u. a. m., welche im Mittelalter die unerschöpflichen Fundgruben kosmographischer Gelehrsamkeit waren, selbst an der Quelle studiert hätte. Ja, er läßt an zwei Stellen seines Buches unzweideutig hervorblicken, daß der Inhalt der Kosmographie sich auf eine vorherige selbständige Sammlung und Bearbeitung der ganzen einschlägigen Literatur gründe. So sagt er bereits in der Einleitung (n. 2): *Hec enim ab illustribus descripta auctoribus hinc inde collegimus* und wiederholt dann späterhin, bei der Beschreibung Afrikas, noch einmal (n. 50): *Verum nos antiquorum descriptionem imitati provincias eius ac regiones separatim describemus*. Es muß aber jedem von vornherein auffallen, daß Candidus es geflissentlich vermieden hat, die von ihm benutzten Quellschriften mit Namen zu nennen, und dieses seltsame Still-schweigen hat er allerdings nicht ohne Grund beobachten zu müssen geglaubt; denn es stellt sich heraus — um das Ergebnis unserer Untersuchung gleich hier kurz zusammenzufassen — daß seine Behauptung: das nötige Material für die

<sup>1)</sup> S. in meinem Atlas, Tafel III, No. 7.

<sup>2)</sup> Über diese habe ich Näheres mitgeteilt in der physischen Erdkunde im christlichen Mittelalter, Wien 1889, S. 22 ff.

Kosmographie aus allen Ecken und Enden (*hinc inde*) der alten Litteratur mühsam zusammengesucht zu haben, durchaus nur darauf berechnet war, den Leser irre zu führen, daß er thatsächlich vielmehr nur eine einzige Quellschrift vor sich hatte, und diese war das 2. Kapitel des ersten Buches von den *Historiae adversus paganos* des Paulus Orosius.

Wir besitzen von dem spanischen Presbyter Paulus Orosius<sup>1)</sup> einen Geschichtsabriss in sieben Büchern, eine dürftige Kompilation, welche die Zeitereignisse von Erschaffung der Welt bis zum Jahre 410 n. Chr. aufführt. Sie muß, wie aus dem Schlufswort hervorgeht, etwa um das Jahr 418 verfaßt sein.<sup>2)</sup> Das erste Buch dieser Chronik enthält u. a. eine kurze Kosmographie, welche uns jetzt in zwei philologisch mustergültigen Ausgaben von Karl Zangemeister<sup>3)</sup> und Alexander Riese<sup>4)</sup> vorliegt. Der nüchterne Ton, in der sie geschrieben ist, die trockene Herzzählung der einzelnen Länder und ihrer Lage zu einander lassen kaum noch einen Zweifel aufkommen, daß die Erdbeschreibung des Orosius nach einer römischen Weltkarte verfaßt ist.<sup>5)</sup> Im Mittelalter fand sie eine weite Verbreitung, wie dies schon die zahllosen Handschriften (fast 200 Codices) beweisen, und wurde daher auch vielfach als Quelle benutzt. Jordanes, der Geographus Ravennas, Dieuil und ganz besonders Isidor von Sevilla in den Origines XIV, cap. 3—6 haben sie für ihre Zwecke ausgebeutet. — Es ist noch ferner zu bemerken, daß sie, mit einigen Veränderungen und Zusätzen versehen, in eine grössere Cosmographia umgearbeitet worden ist, deren erster Teil aus der Erdbeschreibung des Julius Honorius stammt. In dieser contaminirten Form, wie sie zuerst von Josias Simler (Basel 1575) herausgegeben wurde, lief sie lange Zeit unter dem Namen des Aethicus, des Verfassers einer Erdbeschreibung von ausgesprochen christlicher Tendenz.<sup>6)</sup> Diese irrthümliche Namenübertragung kann nur dadurch entstanden sein, daß die aus Honorius und Orosius zusammengesetzte Kosmographie zusammen mit jener des Aethicus in einem und demselben Codex sich befunden hat, und daß so der Name

<sup>1)</sup> Man vermutet, daß der Vorname Paulus nur aus der mißverstandenen Abkürzung P (= presbyter) entstanden wäre. Doch behalten Zangemeister und Riese den Vornamen noch bei. — Orosius, aus Spanien gebürtig, vermutlich zu Tarraco (nach Oros. VII, 22) versah zu Braccara in Lusitanien das Amt eines Presbyters. Später kam er zu Augustin, auf dessen Wunsch er die *Historiae* abfaßte. Vgl. im Übrigen Teuffel, römische Literaturgesch. No. 426.

<sup>2)</sup> VII, 43: *explicui . . . . . ab initio mundi usque in praesentem diem h. e. per annos MMMMDCXVII*. Da die Geburt Christi in das Jahr 5199 der Erschaffung der Welt verlegt wird, so müßte das Werk um 418 abgeschlossen sein.

<sup>3)</sup> Die Chorographie des Orosius, in den Commentationes philologicae in honorem Theod. Mommseni, Berlin 1877, S. 715—738. Ferner im Corp. scr. eccles. lat. tom V, Wien 1882.

<sup>4)</sup> In seiner Ausgabe der Geographi latini minores, Heilbronn 1878, S. 56—70.

<sup>5)</sup> Vgl. hierzu Mommsen, über die Unteritalien betreffenden Abschnitte der ravennatischen Kosmographie, in den Ber. d. sächs. Ges. d. Wissensch. phil.-hist. Kl. 1851, S. 101, und Müllenhoff, über die Weltkarte und Chorographie des Kaisers Augustus, Kiel 1856, S. 13 ff.

<sup>6)</sup> Die Kosmographie des Aethicus Ister wurde herausgegeben von d'Avezac, Paris 1852 und Heinr. Wuttke, Leipzig 1853.

des Aethicus fälschlich auch auf jene bezogen wurde.<sup>1)</sup> — Für unsere vorliegende Frage ist sie aber ohne Bedeutung, da Candidus nicht sie, sondern den Originaltext des Orosius benutzt hat.

Wenn Candidus, wie er vorgiebt, für seine Kosmographie die Schriften der Alten excerpiert und bearbeitet hätte, so entspräche dies durchaus der wissenschaftlichen Methode des Mittelalters. Da er in Wahrheit aber nur eine einzige Quellschrift verwendet hat, so können wir ihn von dem Vorwurfe nicht freisprechen, daß er die allgemeine Unkenntnis seiner Zeitgenossen in kosmographischen Gegenständen sich zu Nutze gemacht und ein fremdes Geistesprodukt für das seinige ausgegeben habe. Es erhellt dies vornehmlich aus der ganzen Art und Weise, wie er sich seiner Quelle bediente. Freilich hat er sie nicht umstandslos abgeschrieben und mit seinem Namen versehen; eine Art Bearbeitung — wofern dies Wort nicht wie Beschönigung klingt, hat er allerdings an ihr vorgenommen, doch macht dieselbe mehr nur den Eindruck, als ob er durch sie die Spuren der von ihm benutzten Quelle habe verwischen wollen.

Zunächst sind es die Interpolationen, die hier in Frage kommen. Schon die Einleitung mit der Widmung an Nicolao Arcimboldo sollte dem Ganzen ein anderes Aussehen geben (n. 1—3); desgleichen auch das Provinzenverzeichnis der drei Erdteile (n. 4—6), welches wesentlich als ein Index des Buches anzusehen ist.

Die nachfolgenden Abschnitte (n. 7—10), welche die Einleitung der Erde und Grenzbestimmungen von Europa, Asien und Afrika enthalten, entsprechen bis auf geringfügige Verschiedenheiten und Mißverständnisse den nn. 1—4 bei Orosius<sup>2)</sup>. Der Übergang zur Kosmographie wird bei beiden durch dieselbe Phrase vermittelt:

Candidus.

Orosius.

10. Verum quia tripartiti orbis divisiones generales attigimus, earum quoque regiones explicare conabimur.

4. Et quia breviter generales tripartiti orbis divisiones dedi, ipsarum quoque partium regiones, sicut pollicitus sum, significare curabo.

Während nun Orosius unmittelbar zur Darstellung übergeht und zwar mit Asien beginnt, hierauf Europa, Afrika und die Mittelmeer-Inseln folgen läßt, giebt Candidus eine andere Reihenfolge an, indem er Europa an den Anfang setzt, dann Asien, Afrika und die Inseln behandelt. Er begründet dies in n. 11 durch den Hinweis auf Italien, scheint aber auch hier die Umstellung nicht ungern vorgenommen zu haben.

Ein längerer Zusatz, welchen er *de suo* hinzugefügt hat, ist ferner der Schluß von n. 11 (Italia) von *habet precipua* bis *Neapolim*. Die Erwähnung von

<sup>1)</sup> Riese a. a. O. S. XXVIII.

<sup>2)</sup> Die Zahlen bei Orosius sind von uns stets nach der Ausgabe von Riese gegeben.



Venedig (*Venetiae*), welches zu Orosius' Zeiten noch nicht gegründet war, giebt schon die spätere Hinzufügung an und für sich zu erkennen. — Ebenso ist n. 62 interpolirt.

Gegenüber Orosius n. 20, welcher von Asien zu Europa übergeht, mußte Candidus den Anfang von n. 29 entsprechend umändern. Weshalb dieser ferner (n. 33 = Orosius n. 7) die Bemerkung, daß Persien nach Angabe der Bibel (*scripturae sanctae*) Media genannt wurde, dahin umändert, daß diese Benennung vielmehr bei *multi scriptores* sich fände, vermögen wir nicht anzugeben.

Bei der Darstellung Ägyptens, wo auch dem Nil eine eingehendere Besprechung gewidmet wird, wird diese durch einige Worte eingeleitet (n. 39 init., vgl. aber Orosius n. 12). Dagegen ist der Schluß gegenüber Orosius n. 13 verkürzt und der letzte Teil vollständig gestrichen worden.

## Candidus.

## Orosius.

39. magnum quidem illum (Nilum) esse satis constat: cum re vera omnia monstra nilus (!) gignat.

13. Quod quidem verum est, esse huiusmodi fluvium magnum, qui tali ortu talique cursu sit, et re vera omnia Nili monstra gignat, quem utique prope fontem barbari Dara nominant, ceteri vero accolae Nuhul vocant. Sed hic . . .

Noch durchgreifender ist die Veränderung in dem einleitenden Kapitel zur *Descriptio Africe* (n. 50 = Orosius n. 41, 42). Hier hat er nicht nur einzelne Sätze zusammengezogen, sondern auch Wortverbindungen aus dem vorhergehenden in den nachfolgenden Satz hinübergenommen und umgekehrt, während der Sinn des Ganzen inhaltlich durchaus gewahrt wird. Eine Gegenüberstellung beider Stellen wird dies am besten zeigen. Die von Candidus abweichenden oder gestrichenen Satztheile sind im folgenden bei Orosius durch Cursivdruck ausgezeichnet.

## Candidus.

## Orosius.

50. Africam quidem mare nostrum, quod ab occasu ex oceani faucibus inmittitur in meridiem vergens angustiorum cohartante oceano magis reddit: ex quo longitudine coeteris licet par: laxitate tamen inferior: cum sint nonnulli divisionum rationes prosecuti, non tertiam orbis partem: verum potius in europa computandam esse censuere.

41. Africam, *ut dixi, cum tertiam orbis partem maiores nostri accipiendam descriperint, non spatiorum mensuras, sed divisionum rationes secuti sunt.* Mare *hoc si quidem Magnum,* quod ab occasu oceano *exoritur,* in meridiem *magis* vergens angustiorum *inter se et* oceanum *coartatae Africae limitem facit.* *Unde etiam aliqui, quamvis eam longitudine parem, tamen multo angustiorum intellegentes, inverecundum arbitrati tertiam vocare partem, sed potius in*

*Europam Africam deputantes, hoc est secundae portionem<sup>1)</sup> appellare maluerunt.*

Præterea quod in africa plus terrarum solis ardore: quam in europa frigoris rigore depereat: omniaque animantia tollerabilius vim frigoris: quam caloris patiantur. eaque de causa minus spatii ut predictum est habeat: celi inclementia plus deserti. Verum nos antiquorum descriptionem imitati provincias eius ac regiones separatim describemus.

42. Praeterea cum multo amplius terrae in Africa ardore solis, quam in Europa rigore frigoris *incultum atque incognitum sit* — quippe cum omnia *paene animantia vel germinantia patientius et tolerabilius ad summum frigoris quam ad summum caloris accedant* —: ea *scilicet causa est, Africam per omnia situ et populis minorem videri, quia et natura sui minus habeat spatii et caeli inclementia plus deserti. Cuius descriptio per provincias et gentes haec est.*

Wie aus vorstehender Gegenüberstellung der Texte ersichtlich, ist bei Candidus nicht ein einziger Satz unverändert geblieben. Jedoch gilt dies nicht von den übrigen Teilen der Kosmographie, welche mit nur geringfügigen Änderungen und Kürzungen sich mehr dem Orosiustext anschließen und vielfach fast wörtlich übereinstimmen. Dafs ihm Fehler und Irrtümer mitunterlaufen, wie besonders in n. 13 und 24, kann nicht auffallen.

In nachfolgender Tabelle sind die Kapitel bei Candidus den (inhaltlich) entsprechenden bei Orosius gegenübergestellt:

| Candidus.                      | Orosius.         |
|--------------------------------|------------------|
| Einleitung . . . . .           | 1—3              |
| Provinzenverzeichnis . . . .   | 4—6              |
| Einteilung der Erde . . . .    | 7—10             |
| Übergang zur Kosmographie .    | 11               |
| Beschreibung von Europa . .    | 12—28            |
| Beschreibung von Asien . .     | 29—49            |
| Beschreibung von Afrika . .    | 50—56            |
| Beschreibung der Inseln . .    | 57—66 (excl. 62) |
| Verse aus Petrarca u. Pollione | 67—68            |
|                                | = 1—4            |
|                                | = 21—40          |
|                                | = 5—19           |
|                                | = 41—47          |
|                                | = 48—55          |

Schwerwiegender dürften andere Mängel sein; so ganz besonders die Unsumme von verderbten und verschriebenen Namensformen, welche häufig bis zur Unkenntlichkeit entstellt sind. Da lesen wir, um nur einige der auffallendsten herauszugreifen, von den Insulae theades statt *Stoechades*, von dem Lande

<sup>1)</sup> Diese Stelle des Orosius, ebenso wie die interpolierte des Anonymus (Riese S. 99) kann nur so zu verstehen sein, dafs Afrika nur «einen Teil des zweiten» Viertels, nicht das Ganze einnehmen solle.

githa statt *gothia*, von den Alpes Apeninas statt *Alpes Poeninas*. *Rutupiae* an der englischen Küste ist zu *rutubi* geworden, *Gallaecia* in Nord-Spanien zu *Talocia*, das Vorgebirge *Caligardamana* zu *gargamana*, der *Isthmos von Korinth* zu einem *histinos*. Noch bedenklicher ist es, daß oft ein und derselbe Name verschieden lautet; so heißt das *mare Cimmericum* bald *marc cimericum*, bald *cynericum* oder *cirtnicum*, und der *Catabathmos* in Nord-Afrika heißt *catabathynon*, *cantabenon* und *cathaton*. Wir wären völlig unvermögend, einen großen Teil der Namen zu deuten, wenn uns nicht Orosius den Schlüssel lieferte. Denn wer würde hinter *phimoca* das Wort *phoenicia* vermuten oder hinter einem *tanicum* oder *taninum* *pellagus* das *Mauretanicum pelagus*. Freilich müssen wir zugeben, daß eine falsche Lesung der Namen um so leichter Platz greifen konnte, als viele der dort genannten Örtlichkeiten und Völker auch uns nicht mehr geläufig sind und nur mit großen Schwierigkeiten sich erklären lassen; zuweilen auch dieses nicht mehr. Zudem ist zu berücksichtigen, daß die älteren Orosiushandschriften meist in sehr altertümlicher (irischer, altlangobardischer, altkarolingischer) Schrift geschrieben sind und mancherlei paläographische Schwierigkeiten bieten, die Candidus nicht immer zu lösen vermocht hat. Denn daß Mißverständnisse gerade hierdurch entstanden sind, glaube ich daraus schließen zu müssen, daß er einzelne Buchstaben mit Konsequenz falsch gelesen hat; so fällt es mir auf, daß er regelmäßig da, wo ein *z* stehen soll, vielmehr ein *l* gesetzt hat, vermutlich deshalb, weil ein in der alten Kursivschrift etwas in die Höhe gezogenes *z* mit schwacher oberer und unterer Rundung sehr leicht als *l* erscheinen konnte. Daher lesen wir denn bei Candidus: *Bilachium* statt *Byzakion*, *Leucis* statt *Zeugis*, *Amalonum* statt *Amazonum* und *Arlunges* statt *Arzuges*.

Kurz — alles zeigt uns nur wieder und immer wieder, daß der Bearbeiter der Kosmographie eine in geographischen Fragen wenig geschulte Persönlichkeit war. So belanglos und unbedeutend daher auch das Buch für die Richtigstellung des Orosiustextes sein mag, so überaus wertvoll und interessant ist es für uns vom rein kulturhistorischen Standpunkt aus betrachtet. In der Zeit des ausgehenden Mittelalters hatte man sich noch nicht von den traditionellen Vorstellungen freizumachen gewußt, trotz der großen Entdeckungen, welche seit dem Altertum den geographischen Horizont erweitert hatten. Trugen zwar einige, und unter ihnen besonders die Kartographen, dem vorgeschrittenen Stande der Länderkenntnis Rechnung, so hatten nichts desto weniger die antiquierten Compendien der Kosmographie nach wie vor nebenher fortbestanden und vollends die Laienwelt, die Altes und Neues nicht zu scheiden vermochte, hatte eine Vulgärgeographie herausgebildet, die von legendarischen Zuthaten überwuchert war. Es ist jedenfalls charakteristisch, daß die dem V. Jahrhundert entstammende Kosmographie des Paulus Orosius auch noch im XV. Jahrhundert, also ein volles Jahrtausend später, «den Besten der Zeit» genügen konnte.

#### IV. Die Codices.

Die im folgenden Kapitel unverkürzt gegebene Kosmographie des Petrus Candidus Decembrius stützt sich auf zwei Handschriften.

1. Der Codex Vaticanus latinus chartaceus No. 3416 enthält vollständig das aus den drei Büchern bestehende Werk des Candidus, wie dieser es in der Einleitung ankündigt. Im Anschluß hieran finden sich noch zwei weitere Abhandlungen vermischten Inhalts, so daß der ganze Codex aus folgenden fünf Abhandlungen besteht:

- a) De Cosmographia veteri et nova,
- b) De hominis genitura,
- c) De muneribus reipublicae,
- d) De usus antiquitate scribendi ad insignem iurisconsultum,
- e) De proprietate verborum latinorum.

Der Codex ist bis auf einige von Bohrwürmern herrührende Löcher, die durch das ganze Buch hindurchgehen, vorzüglich erhalten. Er ist in einer sauber ausgeführten Kursivschrift des XV. Jahrhunderts geschrieben; sämtliche Titelüberschriften sind in roter Farbe, die Initialen in Miniaturmalerei ausgeführt. Der Buchstabe selbst meist in Gold mit bunten Verzierungen.

Daß das Buch nicht das Autographon ist, giebt eine Beischrift am Schlusse, in welcher sich der Abschreiber genannt hat, zu erkennen: Transcripsit, atque absolvit Florentiae Dominicus Abram Pistoriensis; anno salutis: MCCCCLXXII idibus Novembris.

Auch die früheren Besitzer dieses Exemplars sind namhaft gemacht, denn auf dem gegenüberbefindlichen letzten Blatt heisst es: Hic liber est Niccolai Pylîi Pistoriensis. — Eben dieser Pylîus hat es dann späterhin an einen Pietro Guicciardini in Florenz verschenkt; unter der Legende des Kopisten lesen wir: Hunc tibi Guicciardine Pylîus ipse mittit, und ebenso auf dem letzten Blatt noch einmal:

Exc<sup>ti</sup> bño Petro Guicciardinio  
Iure consulto Florentino, in  
Ro. Cur. comoranti  
bono dat. —

2. Der Codex Magliabecchianus No. XIII, 28 der Biblioteca Nazionale zu Florenz enthält nur die Kosmographie. Er besteht aus neun nicht nummerierten Folia. Die Initialen der Einleitung und der Kapitel fehlen, doch ist der Raum für sie freigelassen.

Die Bemerkung im Katalog der Bibliothek, daß er das Autographon des Verfassers sei, weil er einige Verbesserungen und Hinzufügungen zwischen den Linien aufweist, ist völlig aus der Luft gegriffen. Da er trotz der Bemerkung in



der Einleitung (n. 2) nur die Kosmographie enthält, giebt er sich ohnedies als eine fragmentarische Abschrift zu erkennen.

Vom Vaticanus weicht er nicht unerheblich ab, wie die Varianten im Text es zeigen. Abgesehen davon, daß die Namen vielfach verschieden lauten, weist er auch hin und wieder einige Lücken auf. Das Provinzenverzeichnis des Vaticanus (n. 4—6) fehlt in ihm ganz; dagegen finden sich am Schluß einige Verse aus Petrarca und Giovanni Pollione.

Von anderen Codices ist mir nur noch der von Sassi (vgl. S. 274) genannte Codex Ambrosianus bekannt geworden, den zu kollationiren ich leider keine Gelegenheit fand. Da die Ambrosiana in Mailand viele Autographa des Candidus besitzt, so wäre es möglich, daß sich dort die Originalhandschrift noch nachweisen ließe.

Schließlich erwähnt Argelati (vgl. S. 274) noch einen Codex in der Bibliothek der Teatiner von San Antonio zu Mailand, welcher noch drei weitere Bücher als Anhang hat. Doch wurde dieser schon damals vermißt.

Der nachfolgende Text der Kosmographie stützt sich im wesentlichen auf den Vaticanus; doch sind die Varianten des Magliabecchianus regelmäÙig angemerkt. Zur besseren Orientirung sind von uns Paragraphzahlen den einzelnen Abschnitten vorgesetzt worden. Die innerhalb des Textes in Klammern eingefügten Zahlen zeigen die Folia (recto und verso) des Magliabecchianus an.

## V. Text der Kosmographie.

P. Candidi in libris peregrine historie ad doctissimum iuris utriusque doctorem<sup>a)</sup> Nicolaum Arcimboldum<sup>b)</sup> Parmensem prefatio incipit.

1. Quantum inter se terrarum spatio separantur amantes, tantum animis et corde coeunt. Nec id verum putandum arbitror, quod in proverbii locum iam pridem cessit. Qui ab amantis distat oculis, eque ab animo alienus est. Id fortasse in vulgaribus situm moribus. Amor certe simodo verus est ac generosis inest animis, non linceos<sup>1)</sup> tantum, sed sidereos habet oculos: nec ullis sordidis aut corporeis eget obtutibus. Ego quippe nicolae mi quanto longius abs te absum, tanto magis te desidero, video,<sup>c)</sup> amplector.

<sup>a)</sup> In M steht *iuris — doctorem* hinter *Parmensem*. — <sup>b)</sup> *Arcimboldum* fehlt in V. — <sup>c)</sup> M fügt: *et* ein.

<sup>1)</sup> Besser *lynceos*, «scharf sehend» von Personen gebraucht. In dieser Fassung bei Cicero, ad famil. IX, 2, 2. Lynceus (*Λυγχεύς*), der Sohn des Aphareus aus Messenien, war der griechischen Sage nach einer der Argonauten. Vgl. Pind. Nem. X, 62 ff.; Pausan. IV, 3, 1; Ovid. metam. VIII, 304. Er war berühmt durch sein luchsartig scharfes Gesicht, vermöge dessen er durch Wände und in das Innere der Erde sehen konnte. Vgl. noch Horat. sat. I, 2, 90: *ne corporis optima Lyncei contemplare oculis*; Horat. Epist. I, 1, 28: *Non possis oculo quantum contendere Lynceus*.

2. Siquidem nos aut terrarum situs aut loci distantia separare potuisset, minimum erat quod simul degere ac vivere liceret. Quantum enim id est quod amicis plerunque datur una habitare et colloqui: hunc peregrinatio, illum quies, alium officiorum implicatio plerunque<sup>a)</sup> distrahit. Tibi vero peragranti maria Siciliamque visenti nobilem, ut aiunt insulam, sed infamem monstris<sup>1)</sup>, haudquam ymago nostra ut auguror satis ex mente exedit: nec mihi gallici aut pyrenici saltus aut huius iniocunde limes patrie te longo quamvis distantem<sup>b)</sup> spatio deinceps ex animo || (1 b) separare potuere. Absentem quippe video et alloquor potissimum cum operis nostri partem longo iampridem intervallo repetitam nunc primum edidissem. Videbis itaque quid in cosmographia a nobis editum sit. Deinde quae de hominis genitura. Postremo de romanorum muneribus ex ordine scripserimus.<sup>2)</sup> Haec enim ab illustribus descripta auctoribus hinc inde collegimus.<sup>3)</sup>

3. Minus nempe et oculi et vite nostrae poenitet ea, quae passim haud cognita sunt, etate nostra mandare litteris, quam inertem illa in patria vivere, ubi minimus virtuti, nullus honos studiorum habitus est.

4. In Europa sunt regiones et provinciae istae.<sup>c)</sup>

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| Alunia <sup>d)</sup> | Gallia lugdunensis    |
| Dacia                | Provincia narbonensis |
| Githa <sup>e)</sup>  | Equitania             |
| Germania             | Dardania              |
| Rethia               | Achaia                |
| Noricus              | Moesia                |
| Ytalia               | Histria               |
| Gallia belgica       | Thracia               |

---

<sup>a)</sup> *plerunque* fehlt in M. — <sup>b)</sup> In M: *distante*. — <sup>c)</sup> In M fehlt die ganze Tabelle: *In Europa* — — *Baleares insule*. — <sup>d)</sup> So in V und M für *Alania*. — <sup>e)</sup> In beiden Codd. für *Gothia* vgl. unten n. 12.

---

<sup>1)</sup> Wenn er die Insel Sicilien als berüchtigt durch ihre Ungeheuer bezeichnet, so scheint er auf die Kyklopen anzuspielen, deren Wohnsitz auch von einigen modernen Homerinterpreten noch dorthin irrthümlich verlegt wird. — Ebenso kann er die Sage von Typhon oder Typhoeus im Auge gehabt haben, jenes gewaltthätigen Giganten, welcher als der Vater vieler Ungeheuer, der Schlange Echidna, des Hundes Orthros, der Chimära, des nemeischen Löwen, des Adlers des Prometheus, des Drachen der Hesperiden, der Sphinx und des Kerberos galt. Zeus warf ihn nach heissem Kampfe nieder und türmte den Aetna auf ihn. Dort liegt er unter Sicilien ausgestreckt: seine Rechte unter Pelorum, seine Linke unter Pachynum, seine Füße bei Lilybaeum, während sein Haupt unter dem Aetna noch Feuer und Schlammmassen ausspeit. So oft er sich aus seiner Lage zu befreien sucht, wird die ganze Insel von Erdbeben heimgesucht. Neben Aeschylus (Prom. 374 ff.; Septem. 494) schildert die Scene besonders anschaulich Ovid (Metam. V. 346—358).

<sup>2)</sup> Vgl. oben S. 280.

<sup>3)</sup> Vgl. oben S. 281.

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Macedonia         | Hispania ulterior |
| Dalmatia          | Britania insula   |
| Pannonia          | Thule insula      |
| Hispania citerior | Orchades.         |

5. In Asia sunt regiones et provincie iste.

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Thaprobane insula | Capadoecia       |
| India             | Armenia          |
| Aragosia          | Cilicia          |
| Parthia           | Ysauria          |
| Assiria           | Asia minor       |
| Persia            | Babilonia        |
| Media             | Caldea           |
| Mesopotamia       | Arabia           |
| Comagene          | Siria            |
| Phimoea           | Egiptus inferior |
| Palestina         | Egiptus superior |
|                   | Albania.         |

6. In Africa sunt regiones et provincie iste.

Libia cyrenaica et pentapolis  
 Tripolina<sup>a)</sup> et subventana provincia  
 Numidia  
 Mauritania sitifensis et cesariensis.  
 Cipros insula  
 Creta insula  
 Cielades insule  
 Sicilia insula  
 Corsica insula  
 Baleares insule.

Incipit tractatus de cosmographia veteri et nova<sup>b)</sup>

7. Orbis terrarum spatia breviter litteris comprehensuri principales eius partes veluti stilo quodam designabimus: quas veteres oceano circumplexas tres numero imprimis statuere Asiam et Affricam et Europam.

8. Ex hisque Asiam tribus partibus oceano circunseptam per totam transversam plagam orientis describere: que occasum versus a dextera sub septentrionis

---

<sup>a)</sup> So auch später n. 52. — <sup>b)</sup> In M: *P. Candidi Peregrine historie liber primus incipit. De cosmographia veteri et nova.*

axe ineipientem contingit europam, a sinistra vero affricam tuetur.<sup>1)</sup> Sub egipto autem et siria mare nostrum,<sup>2)</sup> quod magnum appellamus.

9. Europa sub septentrionis plaga ineipit a flumine tanay: quem riphei montes sarmatio<sup>3)</sup> auersi<sup>a)</sup> oeeeano effundunt et aras<sup>b)</sup> et terminos alexandri magni<sup>4)</sup> praetergressus in tobosearum<sup>5)</sup> || (2a) sitos finibus meotides auget paludes: quarum quidem exundatio iuxta urbem theodosiam<sup>6)</sup> euxinum pontem late influit. Inde ad constantinopolim longe mittuntur angustie donec quod<sup>e)</sup> mari hoe: quod nostrum dieimus, inferantur. Europam autem in hispania oeeidentalis<sup>d)</sup> finit oeeeanus apud gades insulas: ubi hereulis eolumne uisuntur: et tyreni maris fluctus oceani estus aretis<sup>7)</sup> inmittit<sup>e)</sup> faueibus.

10. Africa a finibus egipti: urbisque alexandrie: ubi pharetonio<sup>f)</sup> eivitas et prineipium eapit. Inde super mare magnum: quod omnes plagas, terrasque

<sup>a)</sup> In V zweimal gesetzt. — <sup>b)</sup> In beiden Codd.: *isaras* (!) — <sup>e)</sup> *quod* fehlt in M. — <sup>d)</sup> In V: *occidentales*. — <sup>e)</sup> M nur *mittit*. — <sup>f)</sup> M: *faretonio*.

1) Bei Orosius dimittit.

2) Schon im älteren Sprachgebrauch, bei Griechen und Römern hiefs das Mittelländische Meer: ἡ ἡμετέρη θάλασσα, *mare nostrum*, während die Bezeichnung *mare mediterraneum* erst aus nachchristlicher Zeit stammt (Solin, Isidor).

3) Sarmatischer Ocean heisst er schon beim Anon. geogr. 28 (edit. Müller II, 501) und bei Ptolemaeus (III, 5, 1; VII, 5, 6; VIII, 10, 2). Ovid versteht einmal unter *mare Sarmaticum* das Schwarze Meer.

4) Die Altäre und Grenzzeichen Alexanders des Großen gehören natürlich nicht an den Tanais, wohin sie mit Orosius (Cap. 2) auch Ptolemaeus (III, 5, 26) setzt, der auch von Altären des Caesar (Augustus) in derselben Gegend spricht. Vgl. hierzu Ammian (22, 8, 40), welcher die Altäre am oberen Borysthenes sucht, wohin Alexander nie gekommen ist. Über die Ursache dieser irrthümlichen Verschiebung giebt uns Plinius (VI, 18) einigen Aufschluss. Er bespricht die Gründung von Alexandria (eschata) am Jaxartes durch Alexander den Großen und fährt dann fort: *Aræ ibi sunt ab Hercule ac Libero Patre (Dionysio) constitutæ. item Cyro et Semiramide, atque Alexandro: finis omnium eorum ductus ab illa parte terrarum, includente flumine Jaxarte, quod Scythæ Silin vocant. Alexander militesque eius, Tanain putavere esse.*

5) Verschieden für Rhobascorum, was alle Orosius-Handschriften aufweisen. Die einzige Nachricht über dieses Volk finden wir bei Ptolemaeus (VI, 14, 9), welcher es als eine der zahlreichen Völkerschaften von «Skythien innerhalb des Imaus» an den östlichen Quellen der Wolga bezeichnet: *Κατὰ μέρονται δὲ ταύτης τῆς Σκυθίας . . . . . ἔτι δὲ παρὰ μὲν τὰς ἀνατολικωτέρας τοῦ Πάριου πελάγους τὰς Ῥόβασκοι.*

6) Über die Stadt Theodosia, das heutige Kafa, vgl. des Verfassers Aufsatz über die Karte des Andreas Walsperger, in der Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin, Bd. XXVI (1891) S. 379.

7) Vermutlich *arctici*. Diese Bezeichnung fehlt bei Orosius, cap. 2.

8) Paraetonium war die Hauptstadt von Marmarica. «Es ist eine Stadt, sagt Strabo (XVII, 799), und ein großer Hafen von 40 Stadien. Einige nennen die Stadt Paraetionion, andere Ammonia.» Den Doppelnamen erwähnt auch Stephanus Byz. (ed. Meineke) S. 502. Als Hafen bezeichnet den Ort noch Pomponius Mela (I, 8, 2). Nach Florus (II, cap. XXI) bildete er mit Pelusium zusammen die beiden *cornua Aegypti*. Vgl. noch Ptolem. IV, 5, 7; VIII, 15, 19. Arrian, anab. III, 3, 3; Dio Cass. 51, 9; Diod. Sic. I, 31. — Die verfallene Stadt stellte Justinian wieder her. Sie lag vermutlich an der Stelle des heutigen Mirsa Berek.



interluit per loca: que accole cantabenon<sup>a)</sup> 1) vocant haud procul a castris alexandri magni. Deinde superius iuxta fines auasitarum<sup>2)</sup> missa intransversum per ethiopica deserta meridianum contingit oceanum. Termini africe ad occidentem europe congruunt fauces et gaditani freti ultimus autem finis eius mons athlas: insuleque quas fortunatas dicimus. Verum quia tripartiti orbis divisiones generales attigimus quoque regiones explicare conabimur.<sup>3)</sup>

11. Et quia in ytaliam, hoc est europe nobilissima<sup>b)</sup> regione, constituti sumus: ab ea potissimum sermonem ordiemur.

### Descriptio Europe.

12. Europa igitur a montibus rhiphaeis<sup>4)</sup> ac flumine tanay: meotydisque paludibus ab oriente per littora septentrionalis oceanum usque Galliam belgicam: et flumen rhenum: quod ab occasu est. Deinde usque ad histrum flumen a meridie in orientem ponto directum extenditur.<sup>5)</sup> Ab euro || (2b) aluniam<sup>6)</sup> habet.

<sup>a)</sup> In M übergeschrieben *a κατα et βαθύνον, quod est profundum testis tortello*. M hat *catabathynon*. — <sup>b)</sup> M: *celeberrima*.

1) Cantabenon, Catabathynon, sowie unten n. 51: Cathaton verschrieben für Catabathmos. Über die Örtlichkeit vgl. das oben S. 277 Gesagte.

2) Auasita, *Αυασίτης* oder *Ῥασίτης* ist der Bewohner einer Oase (*αὔσις*). Vgl. Strabo (XVII, 791): «*Ἀνάσεις* nennen die Ägypter die bewohnten Gegenden, welche rings von großen Einöden, wie Inseln vom Meere umgeben sind. Es giebt deren viele in Libyen; drei sind in der Nähe von Ägypten.» Gerade diese sind oben gemeint. Vgl. hierzu Ptolemaeus (IV, 5, 25: 35), welcher nur zwei Oasen, eine große und eine kleine, aufführt. Eine ähnliche Darstellung, wie Strabo, giebt Stephanus Byzantinus (S. 145): *Ἀυασίς, πόλις Αἰγύπτου ταύτην δὲ καὶ Ῥασίαν καλοῦσιν, τοικυῶν παρδαλέα κατὰστικτος γὰρ ἔστιν, ἀνύδρη γῆ καὶ ἐρήμη τὰς οἰκήσεις ἔχουσα τὰ τοιαῦτα ἀνάσεις Αἰγύπτιοι φασιν τὸ ἐθνικὸν Ἀυασίτης καὶ Ἀυασίτης. Ἡρόδοτος δὲ καὶ Διοῦρις Μακάρων αὐτὴν ἀνόμασαν νῆσον*.

3) S. oben S. 276.

4) Die Rhipäen galten auch noch im Mittelalter als das nördlichste, den nördlichen Bogen der kreisrund gedachten Erdscheibe umsäumende Randgebirge, wie wir es auf vielen Karten der Zeit beobachten können. Die älteren Geographen (unter ihnen Damastes bei Stephan. Byz.) lassen nördlich von den Rhipäen noch einen schmalen Streifen Landes zum Wohnort für die Hyperboreer frei. Auch Damastes ist es wohl, der zuerst den Tanais auf den Rhipäen entspringen läßt, während Ephoros und Herodot ihn aus einem See ableiten. Unsere, auf Orosius zurückgehende Textstelle giebt die erstere Annahme wieder.

5) Candidus hat hier den Text des Orosius stark verkürzt, so daß er unklar geworden ist. Es heisst bei ihm (cap. 21) vielmehr: *ad Danubium, quam et Histrum vocant, qui est a meridie et ad orientem directus ponto accipitur*.

6) Verschrieben für Alania. Der Name Alanen wurde seit der Mitte des ersten Jahrhunderts nach Chr., offenbar von Vordcrasien aus, griechischen und römischen Schriftstellern als ein Collectivum für alle Jäger- und Reitervölker nördlich vom Kaukasus und Kaspischen Meer geläufig. Vgl. K. Müllenhoff, deutsche Altertumskunde, Berlin 1892, III, 42. Müllenhoff hält übrigens (über die Weltkarte und Chorographie des Kaisers Augustus, Kiel 1856, S. 14) die Alania des Orosius für eine willkürliche Abkürzung von Roxolonia oder Roxalania, da die unter dem Namen Alanen begriffenen Völkerschaften östlich der Maeotis und des Tanais saßen, aber nicht über diesen Fluß nach Europa hineinreichten.

In medio daciam: ubi githa:<sup>1)</sup> deinde germania est: cuius plurimam partem suevi tenent.<sup>2)</sup> He gentes quattuor et quinquaginta numero habentur. Quicquid autem hister<sup>a)</sup> a barbarico ad mare nostrum seducit expeditam.

13. Mesia hostia fluminis histri,<sup>3)</sup> ab euro trachiam habet. a meridie macedoniam: ab africo dalmatiam. ab occasu histriam. a circio panoniam, a septentrione danubium: quod et histrum appellamus.

14. Trachia<sup>b)</sup> habet ab oriente propontidem sinum et urbem constantinopolim: que bizantium prius dicta est, a septentrione partem dalmatie: et sinum euxini ponti: ab occasu et africo macedoniam. a meridie mare egeum.

15. Macedonia habet ab oriente egeum mare. a borea trachiam. ab euro euboicam: et macedonicum sinum. a meridie achaicam. a favonio montes acroceranios, in angustiis adriatici maris: qui sunt contra apuliam: atque brundisium. ab occasu dalmatiam.<sup>c)</sup> a circio dardaniam<sup>4)</sup>. a septentrione mesiam.

16. Achaia<sup>5)</sup> undique propemodum mari cincta. ab oriente habet mirtoum mare<sup>6)</sup>. ab euro creticum. a meridie ionicum. ab africo et occasu cephaloniam: et casiopiam<sup>7)</sup> insulas. a septentrione sinum corinthium. ab aquilone angustum

a) V: *auster*. — b) M: *Thracia*. — c) V: *dalmathiam*.

<sup>1)</sup> Githa, nicht gleich Geta, wozu die Namenähnlichkeit verleiten könnte, sondern vielmehr gleich Gothia, auf Grund von Orosius (cap. 21). Am Anfang des III. Jahrhunderts finden wir die Goten an der unteren Donau, in deren Mündungsgebiet und am Pontus Euxinus vor. Vgl. hierzu Zeufs, die Deutschen und die Nachbarstämme, München 1837, S. 401. Es konnte freilich nicht ausbleiben, daß sie mit den Geten verwechselt wurden; schon in der ersten Nachricht, welche ihr Erscheinen an der Donau meldet, ist dies der Fall (s. Spartiani vita Anton. Carac. c. 10: vita Anton. Get. c. 6). Jakob Grimm war durchaus nicht abgeneigt, die Identität von Getae und Goti aufrecht zu erhalten, was Müllenhoff (Altertumskunde III, 162) mit Entschiedenheit zurückweist.

<sup>2)</sup> Nach Mommsen soll die einzig richtige Schreibung des Namens Suebi sein, nicht Suevi. — Die Sueben galten als eine der größten Völkerschaften Germaniens und hatten ein weit umfassendes Ländergebiet inne, wie Strabo (VII, 290) ausdrücklich bezeugt. Nach Caesar (bell. gallie. IV, 2) waren sie in hundert Gaue geteilt. Ihr Name scheint aber mehr nur ein Kollektivbegriff für mehrere Stämme gewesen zu sein, wie Tacitus (Germania cap. 38) annimmt: *Sueborum non una, ut Chattorum Teneterorumque gens maiorem enim Germaniae partem obtinent, propriis adhuc nationibus nominibusque discreti, quamquam in commune Suevi vocentur*. Ähnlich unterscheidet Ptolemaeus zwischen Σουῆβοι Ἀγγοβάροδοι (II, 11, 9), Σουῆβοι Ἀγγελιοι (II, 11, 15) und Σουῆβοι Σέμρονες (II, 11, 15). Vgl. ferner noch Dio Cassius 51, 22.

<sup>3)</sup> Hier fehlt die nähere Bestimmung der Lage; nach Orosius cap. 22: *ab oriente habet ostia fluminis Danubii*.

<sup>4)</sup> Dardania, ein Teil von Moesia superior, wurde in der diocletianischen Reichseinteilung zu einer gesonderten Provinz gemacht; s. Kiepert, Lehrb. d. alt. Geogr., S. 331.

<sup>5)</sup> Unter Achaia wird hier der Peloponnes verstanden; unter diesem Namen wurde er im Jahre 146 v. Chr. zur römischen Provinz erhoben.

<sup>6)</sup> So genannt nach der kleinen Insel Myrtos am südlichen Ende von Euboea. Es umfaßte einen Teil des Ägäischen Meeres zwischen Kreta, Euboea und dem Peloponnes. Vgl. Horat. od. I, 1, 14; Pomp. Mela II, 2, 3; II, 7, 10. Pausan. VIII, 14.

<sup>7)</sup> Die Insel Casiopa oder besser Cassiopa ist Corcyra, an dessen Nordwestküste die Stadt Cassiope (jetzt Kasopo) mit einem Vorgebirge gleichen Namens lag und einem Tempel des Zeus Kasios (Κάσιος); vgl. Plin. IV, 19; Sueton. vit. Neron. 22. In römischer Zeit war die Stadt der

terrae dorsum : quo macedonic : vel potius attice coniungitur, qui locus histinos (!) <sup>1)</sup> vocatur : ubi corinthei civitas est habens in attica ad boream non longe athenas.

17. Dalmatia habet ab oriente macedoniam . ab aquilone || (3a) dardanianam . a septentrione mesiam . ab occasu histriam . et sinum liburnicum : ac insulas liburnicas .<sup>2)</sup> a meridie adriaticum sinum.

18. Panonia. Noricus et Rethia habent ab oriente mesiam . a meridie histriam . ab africo alpes apeninas .<sup>3)</sup> ab occasu belgicam . a circio danubii fontem : et limitem : qui germaniam a gallia inter danubium galliamque scernit :<sup>4)</sup> a septentrione histrum : et germaniam.

19. Italiae situs a circio in curum tenditur . hec habet a africo tyrenum mare . a borea adriaticum . Qua vero continenti terrae contigua est, alpihus obstruitur : quae a mari gallico super ligusticum sinum exurgentes primum narbonensium fines . deinde galliam : rethiamque secludunt . donec in sinu liburnico defigantur . habet precipua flumina Padum Tiberim Ticinum Abduam<sup>5)</sup> urbes illustres mediolanum : quae his fluminibus prope cincta est praeterea Romam Florentiam in maris adriatici ripa Venetias . tireni Genuam . ionii Neapolim.<sup>6)</sup>

20. Gallia belgica habet ab oriente limitem fluminis rheni : et germaniam . ab euro alpes apeninas .<sup>7)</sup> a meridie provinciam narbonensem . ab occasu lugdunensem .<sup>8)</sup> a circio oceanum britannicum . a septentrione britanniam insulam.

21. Gallia lugdunensis ducta per longum et per angusticum<sup>8)</sup> inflexa equitaniam provinciam seungit.<sup>9)</sup> Hec ab oriente habet belgicam . a meridie partem provinciae narbonensis || (3b) : qua arelas civitas sita est . et mari gallico rhodani flumen accipitur.

---

a) *ab occasu lugdunensem* fehlt in M.

---

Landungsplatz für die von Italien überfahrenden Reisenden; Gell. Noct. Attic. XIX, 1. — Hier ist der Stadtname auf die ganze Insel übertragen worden.

1) Histinos verschrieben für Isthmos, der schmale Landrücken (*angustum terrae dorsum*), welcher nach Macedonien oder vielmehr nach Attica hinüberleitet.

2) Liburnia hieß eine Landschaft Illyriens, das heutige Croatien; die der Küste vorgelagerte Inselwelt waren die *insulae Liburnicae*.

3) Apeninas scheint eine selbständige Korrektur des Petrus Candidus zu sein. Orosius (cap. 27) schreibt vielmehr: *Alpes Poeninas* (Penninische Alpen).

4) Von dem römischen Grenzwall (*limes*) kommt hier nur der südliche Abschnitt, als Grenze von Raetia in Frage. Er beginnt südwestlich von Regensburg, südlich vom Einfluß der Altmühl (*Alcmona*) in die Donau und setzt in einem 23 d. Meilen langen, nach Süden geöffneten Bogen bis in die Gegend von Lorch hin fort, um von hier an nordwärts zu streichen.

5) Soll vielmehr heißen: *Addua* = *Adda*.

6) Über die Worte von *habet* an bis *Neapolim* vgl. oben S. 282.

7) Derselbe Fehler wie vorher; statt: *Alpes Poeninas*.

8) Verschrieben für *angustum*.

9) Orosius setzt hier den treffenderen Ausdruck; *semicingit*.

22. Narbonensis provincia pars galliarum habet ab oriente alpes scotias :<sup>1)</sup> ab occidente hispaniam . a circio equitaniam . a septentrione lugdunensem . ab aquilone belgicam galliam . a meridie mare gallicum : quod est inter sardiniam et insulas baleares : habens in fronte : qua rhodanus fluvius mare ingreditur insulas theades.<sup>2)</sup>

23. Equitania provincia obliquo cursu ligeris fluminis : qui ex plurima parte terminus eius est in orbem agitur . habens a circio oceanum, qui equitanicus sinus dicitur : ab occasu hispanias . a septentrione et oriente lugdunensem . ab euro et meridie narbonensem provinciam.

24. Hispania universo terrarum sito trigona<sup>3)</sup> circumfusione oceani : tyrenique maris peneinsula efficitur . huius quidem prior angulus orientem spectans a dextris equitania provincia : a sinistris balearico mari coartatur . narbonensium finibus inseritur . Secundus angulus circium intendit : ubi brigantia talocie civitas<sup>4)</sup> sita altissimam pharum : et inter pauca memorandi operis ad speculum britanie erigit . Tertius eius angulus est, quo gades intente in africanum atlantem montem interiecto oceani sinu prospiciunt<sup>5)</sup> hispaniam<sup>a)</sup> citeriorem.<sup>6)</sup>

<sup>a)</sup> M: *hispania*.

1) Die richtige Schreibung ist *Alpes Cottiae* oder *Cottianae*, so genannt nach dem Keltenfürsten Cottius. Über den Namen, der zuerst bei Tacitus (Hist. I, 61; IV, 68) erscheint, vgl. Nissen, italische Landeskunde, Berlin 1883, S. 146.

2) Es sind die insulae Stoechades (*Στοιχάδες*) gemeint, eine Inselgruppe an der Südküste Galliens nahe bei Massilia, die heutigen Iles d'Hyères. Es sind im Ganzen fünf, von denen die drei größeren Prote, Mese und Hypaea hießen. Nach dem Schol. Ap. Rhod. IV, 552 heißen sie Stoechades, *διὰ τὸ στοιχῶν τετάχθαι*. Vgl. noch Mela II, 7, 20; Plin. XXXII, 2.

3) Die dreieckige Gestalt Hispaniens wird, wie aus den folgenden Worten ersichtlich ist, dahin begründet, daß das Kap Cruz den östlichen Winkel bildet, Kap Finisterre den westlichen und Kap Tarifa den südlichen. Strabo dagegen (III, init.), welcher die Gestalt Spaniens mit einer Stierhaut vergleicht, hatte schon die viereckige Form der Halbinsel erkannt, hielt aber irrtümlich die Pyrenäen, als ein nord-südlich gerichtetes Gebirge für die Ostseite des Vierecks, die Küstenstrecke von den Pyrenäen bis zum heiligen Vorgebirge (Kap St. Vincent) für die Südseite, jene bis zum Vorgebirge Nerium für die westliche, und die Nordküste bis zum Westpunkte der Pyrenäen für die nördliche Seite.

4) Brigantia oder Brigantium, das heutige Coruña (vgl. Dio Cass. XXXVII, 53) im Lande der Gallaeci. — Talocia verschrieben für Gallaecia.

5) Es wird hier die Meerenge von Gibraltar (die Säulen des Herakles) beschrieben. Die Südspitze Europas liegt dort einem Ausläufer des Atlasgebirges (Djebel Mûsa) gegenüber, getrennt durch einen Busen des Oceans. Daß man die nach Süden gerichteten (in africanum intentae) Inseln von Gades als Südspitze vorübergehend ansah und darnach auch die Meerenge (*fretum Gaditanum*) benannte, beruht auf einem alten Irrtum, worüber ich in der Columbus-Festschrift ausführlich gehandelt habe (S. 151 ff.).

6) Hier hat Candidus den Orosiustext völlig mißverstanden. Statt hinter *prospiciunt* einen Punkt zu machen, zieht er die Anfangsworte des nachfolgenden Satzes: *Hispaniam citeriorem* noch zum vorhergehenden, wodurch dieser in sachlicher Beziehung vollständig verkehrt wird. Aber auch der folgende Satz wird durch die sinnlose Einschlebung von *Dehinc* und die Setzung des Accusativs *pirreos saltus* (statt des Nominativs) unverständlich. Nach Orosius (cap. 34) sollte er vielmehr lauten: *Hispaniam citeriorem ab oriente incipientem Pyrenaei saltus a parte septentrionis usque ad Cantabros Asturesque deducit*.



Dehinc pirreneos saltus a parte septentrionis usque ad cantabros : asturosque deducit. Inde per uacteos<sup>1)</sup> ac horetanos<sup>2)</sup> : quos ab occasu habet positos in nostri maris littore cartago<sup>3)</sup> determinat. || (4 a)

25. Hispania ulterior ab oriente uacteos, celtiberos, horetanos habet. a septentrione et occasu oceanum. a meridie gaditanum oceani fretum. Unde mare tyrenum: quod nostrum dicitur inmittitur. Et quoniam in oceano insule notissime sunt. Britania et Hybernia: que ex adversa galliarum parte ad hispanie prospectum site sunt earum quoque descriptionem brevissime explicabimus.

26. Britania oceani insula per longum in boream extenditur. a meridie gallias habet: cui proximum littus transmeantibus aperit civitas: que rutubi<sup>4)</sup> portus dicitur. Unde haut procul a morinis in austro positos menapos: batauosque<sup>5)</sup> prospectat. Habet autem hec insula in longum milia passuum octingenta, in lato ducenta.<sup>6)</sup> a tergo siquidem unde oceano immenso patet orcales habet insulas: quarum uiginti inhospite sunt. tredecim coluntur. Demum thile insula per infinitum a ceteris divisa circium versus medio posita est oceano paucis nota.<sup>7)</sup>

27. Hibernia insula inter britaniam et hispaniam sita longiore ab africo in boream spatio portenditur. huius partes priores intente cantabrico oceano brigantiam gallicie urbem ab affrico supra in circium occurrentem spatioso intervallo procul spectant,<sup>8)</sup> ab eo precipue promuntorio: ubi sene<sup>9)</sup> fluminis hostia.

28. Hec britanie proprior. spatio terrarum angustior ucrum solis celique temperie utilior a scotorum gentibus colitur. huic et Meneria insula<sup>10)</sup> proxima est: et ipsa spatio non parua: solo comoda. eque a scotorum gentibus incolitur. || (4 b)

1) Uacteos verschrieben für Vaccaeos. Die Vaccäer hatten einen Teil des vom Duero durchströmten öden Hochlandes inne mit der Hauptstadt Pallantia (Palencia).

2) Horetani = Oretani (so genannt nach ihrer Hauptstadt Oretum) im oberen Guadiana- und Guadalquivir-Gebiet.

3) Vielmehr Carthago nova, das heutige Cartagena. Vgl. Kiepert, Lehrbuch S. 490.

4) Rutupiae (*Ρουτιουπαι*), nach Ptolemaeus (II, 3, 27) eine Stadt der *Κάντιοι* mit Hafen an der britischen Küste, etwas nördlich von Dover. Bei Juven. IV, 141: *fundus Rutupinus*.

5) Die Moriner bewohnten die unmittelbar gegenüberliegende Küste zwischen Schelde und Lys. Weiter nördlich an den Rheinmündungen die Menapier und Bataver, welche uns von Caesar mehrfach genannt werden.

6) Vgl. hierzu Plin. IV, 102: *Agrippa longitudinem DCCC mp. esse, latitudinem CCC m. credit*.

7) Plin. a. a. O.: *Sunt autem XL Orcades, modicis inter se discretas spatiis . . . . . Ultima omnium, quae memorantur Thule*.

8) Die Verzerrungen auf der alten Karte brachten es mit sich, daß Irland zwischen Britannia und Hispania zu liegen kam, so daß die Südspitze der Insel der Stadt Brigantia in Galicia gegenüberlag. Vgl. oben im Text die Bemerkungen (S. 294) über diese Stadt.

9) Der Namen des *Σήνος ποταμός*, als eines Flusses an der Westküste Irlands, ist uns bei Ptolemaeus (II, 2, 4) belegt.

10) Bei Orosius (c. 40). Mevani ist unzweifelhaft identisch mit der von Plinius (IV, 102) genannten Monapia und der von Caesar (bell. gall. V, 13) erwähnten Mona, der heutigen Insel Man. Monapia ist entstanden aus Kymr. Môn-âw = Mon des Wassers. Mona hieß übrigens auch die Insel Anglesey, die noch jetzt von den Einwohnern Mon genannt wird.

## Descriptio Asie.

29. Postquam europe fines attigimus equum est ad asie principium stilum vertere: et uagantem quodammodo calamum in ordinem deducere. Asia igitur ad mediam orientis frontem habet in oceano eoo<sup>1)</sup> hostia fluminis gangis: a sinistra promontorium gargamana:<sup>2)</sup> cui subiacet ad eorum insula taprobane. ex qua oceanus indicus vocari incipit. a dextera autem ymaui montis ubi caucasus deficit promuntorium samara:<sup>3)</sup> cui ad aquilonem subiecta sunt hostia fluminis ottorogore<sup>4)</sup> ex quo oceanus sericus dicitur.

30. India uero: que in his fluminibus sita est ab occidente habet flumen indum: quod rubro mari accipitur,<sup>5)</sup> a septentrione caucasum montem, reliqua eoo: et indico ut dictum est mari terminantur. continens in se gentes quattuor et quadraginta absque taprobane insula: que decem urbibus inclita est:<sup>6)</sup> ceterisque celeberrimus insulis quam plurimis.

31. A flumine indo: quod est ab oriente usque ad tygrin: qui ad occasum vergit regiones interiecte sunt Aragogia, Parthia Asiria, Persida et Media situ montuoso et aspero terrarum.

32. He a septentrione habent montem caucasum. a meridie mare rubrum: et sinum persicum. In medio autem clarissima flumina Araxem et hidaspem.<sup>7)</sup>

33. In his sunt gentes duc et triginta: et generaliter parthia dicitur, quamvis multi scriptores mediam sepe vocent.

<sup>1)</sup> Vgl. oben S. 276.

<sup>2)</sup> Gargamana verschrieben für Caligardamana (nach Orosius cap. 5). Müllenhoff (Weltkarte S. 15) stellte es mit dem *Κῶρον ἄκρον τὸ καὶ Καλλιγικόν* des Ptolemaeus (VII, 1, 11) zusammen, was indessen wenig wahrscheinlich ist. Lautlich annähernd übereinstimmend mit Caligardamana ist das bei Ptolemaeus (VII, 1, 16) genannte *Κατικάροδαινα* und die am Ganges liegende Stadt *Κατικάροδαινα* (VII, 1, 80), wenn auch diese beiden Örtlichkeiten bei Ptolemaeus sich nicht in der Lage zur Insel Taprobane befinden, wie sie unsere Kosmographie verlangt.

<sup>3)</sup> Es sind uns mehrere Örtlichkeiten genannt, welche man mit Samara identifizieren könnte. Bei Ptolemaeus (VII, 2, 3) *Σάμβρα πόλις* und (VII, 2, 4) *Σάβρα πόλις* im Silber-Lande (Hinter-Indien), ferner (VII, 2, 6) *Σαμαράδη*. Riese (S. 58) erinnert noch an das *Καμάρα* im Periplus maris Erythraei und das *Τάμαρον* bei Strabo (XI, 519).

<sup>4)</sup> Unterhalb des Vorgebirges Samara mündet der Fluß Ottorogore, Ottoroceora ins Meer. Ptolemaeus nennt bekanntlich ein Volk (VI, 16, 5), Gebirge (VI, 16, 2, 3) und Stadt (VI, 16, 8; VIII, 24, 7) dieses Namens, welcher, wie dies Lassen schon nachgewiesen hat (Indische Altertumskunde I, 511), mit der altindischen Sage von den Uttara Kuru in Zusammenhang steht.

<sup>5)</sup> Die Orosiusstelle cap. 6 benutzte schon der Geograph von Ravenna II, 50: *Indus, qui, ut dicit Paulus Orosius, in mare Rubrum ingreditur*; s. Riese a. a. O.

<sup>6)</sup> Geogr. Raven. V, 420: *insula Taprobane, in qua decem civitates fuisse nominatissimas legi, ut testatur mihi Paulus Horosius, sapientissimus orientis perscrutator*.

<sup>7)</sup> Orosius (cap. 7) setzt hier: *Hydaspem et Arhim*. Letztgenannter ist wohl mit dem Fluß Gedrosiens *Ἀραβίς* bei Curtius (IX, 10, 6) und Ptolemaeus (VI, 19, 2) gleichzustellen, während Plinius (VI, 97) sogar die Form Arbis selbst bietet. Indessen auch der Araxes in unserem Text bei Candidus läßt sich erklären, da ein Fluß dieses Namens (außer dem bekannten A. in Armenien) auch in Persis (bei Persepolis) existierte. Vgl. Curt. IV, 5, 4; V, 4, 7. Strabo XV, 729.

34. Mesopotamia a flumine tygridis || (5 a) usque ad eufratem extenditur inter montem taurum et caucasum a septentrione initium sumens: huic ad meridiem babilonia succedit. deinde caldea. novissima arabia eudemon:<sup>1)</sup> que inter sinum persicum et arabicum angusto terre tractu occidentem uersus extenditur. In his sunt gentes octo et viginti.

35. Siria terminatur a flumine eufrate ab oriente usque ad mare nostrum: quod est ab occasu. Deinde a septentrione in fine capadocie et armenie: ubi daucrsa<sup>2)</sup> ciuitas est. haud procul ab eufratis fonte usque<sup>a)</sup> ad egiptum: et extremum sinum<sup>b)</sup> arabicum, qui est a meridie longo angustoque sulco saxi insulisque celeberrimo. Inde a rubro mari oceano occasum uersus extenditur maximas provincias in se continens comagenem, phimocam,<sup>3)</sup> et palestinam.

36. Capadocia in capite Sirie est ab oriente armeniam habens. ab occasu asiam, ab aquilone temiscines<sup>e)</sup> campos<sup>d)</sup> et mare cynericum<sup>e)</sup><sup>5)</sup> a meridie taurum montem: cui subiacet cilicia: et isauria usque ad cilicum<sup>6)</sup> sinum: qui spectat contra ciprum insulam.

37. Asia minor preterquam ex orientali plaga: qua ad capadociam: siriamque progreditur undique mari circumdata est. a septentrione ponto cuxino. ab occasu propontide atque helesponto. a meridie mari nostro. ibidem mons olympus.

38. Egiptus inferior ab oriente habet siriam et palestinam, ab occasu libiam: a septentrione mare nostrum. a meridie montem || (5 b) qui appellatur climax:<sup>7)</sup> et egiptum superiorem: ac fluvium nilum.

39. Non ab re fuerit que pridem a doctissimis viris quaesita et disputata sunt huic parti inserere: nonnullaque quidem de nili fluminis origine incrementoque disere. Nilus igitur de littore incipientis maris rubri videtur emergere: ubi morsileon emporion<sup>8)</sup> loco nomen extat: diuque ad occasum profluens insulam

<sup>a)</sup> usque in V doppelt gesetzt. — <sup>b)</sup> V: *sinus*. — <sup>c)</sup> M: *temiscine*. — <sup>d)</sup> *campos* fehlt in M. — <sup>e)</sup> M: *cirtnicum*.

<sup>1)</sup> *Arabia felix*.

<sup>2)</sup> Verschieden für Dagusa (Orosius cap. 9). Unter diesem Namen führt es auch Ptolemaeus, als eine Stadt in Klein-Armenien, am Euphrat gelegen, an (V, 7, 5).

<sup>3)</sup> Verschieden für *phoeniciam*.

<sup>4)</sup> Vielmehr *Themiscyrios campos*. Themiscyra, eine Stadt an der Mündung des Thermodon in Pontus, galt als der Wohnsitz der Amazonen (Strabo I, 52; II, 126; Mela, I, 19). Der Name ging dann auf die umliegende Ebene über. Als *campi Themiscyrii* bezeichnete sie schon Justinus (II, 4, 2), sodann Isidorus (Orig. XIV, 3, 37).

<sup>5)</sup> Vgl. oben S. 285.

<sup>6)</sup> Orosius, cap. 10: *cilicium sinum*.

<sup>7)</sup> Als *Κλίμαξ* wird uns ein Berg der Arabia felix, im 16. Breitengrad gelegen, von Ptolemaeus (VI, 7, 20) bezeichnet.

<sup>8)</sup> Ein Vorgebirge und Hafenplatz des Namens Mosylon an der ostafrikanischen Küste, westlich vom Kap Guardafui, nennen Ptolemaeus (IV, 7, 10): *Μόσυλον ἄκρον καὶ ἐμπόριον* und Plinius (VI, 174): *Portus Mossylites*.

meroen in medio sui reliquit annis: indeque ad septentrionem inflexus tempestiuis auctus incrementis egipti plana irrigat. Nilum quidem haud procul ab athlante ortum capescere, nonnulli et tradiderunt, continuoque harenis mersum breui interiecto spatio vastissimo lacu exundare:<sup>a)</sup> atque hinc oceano versus orientem per ethiopica deserta prolabi: rursusque inflexum ad sinistram ad egiptum descendere magnum quidem illum esse satis constat: cum re vera omnia monstra nilus gignat.<sup>1)</sup>

40. Egiptus superior in orientem per longum extenditur: cui est a septentrione sinus arabicus. a meridie oceanus. nam ab occasu ex inferiore egipto incipit. ad orientem rubro mari terminatur: ubi gentes numero dicuntur quattuor et viginti. Ceterum cum meridianam partem totius asie descripserimus: ab oriente ad septentrionem que restat explicabimus.

41. Mons caucasus<sup>2)</sup> inter colcos: qui sunt super cinericum mare: et albanos: qui ad mare caspium incolunt primum attolitur: eiusque in ultimum usque orientem continuum uidetur iugum || (6 a) licet plurima<sup>b)</sup> sint nomina. Nonnulli et hoc ipsum iugum tauri montis esse uoluerunt cum parcoatras<sup>3)</sup> mons

a) V: *exundare*. — b) In M: *multa*, darübergeschrieben *vel plura*. —

1) Die Frage nach dem Oberlauf des Nil hat zu den verschiedenartigsten Mutmaßungen geführt. In unserer Kosmographie wird zweier Ansichten gedacht. Nach der einen käme der Nil aus einer östlichen Gegend, um erst in seinem Unterlaufe scharf nach Norden umzubiegen und Ägypten zu durchlaufen; nach einer anderen entspränge er vielmehr im äußersten Westen von Afrika. Die letztgenannte liegt uns bereits bei Herodot (II, 32 f.) vor, welcher den von den fünf nasamonischen Jünglingen entdeckten west-östlich fließenden Strom im Innern Libyens (Niger?) für den Oberlauf des Nils hielt, weil auch jener Krokodile aufzuweisen hätte. Ebenso leitete der Mauretanier Juba den Nil aus einem See Mauretaniens her, weil auch dieser Tiere und Pflanzen, ähnlich denen des Nils, führte. Vgl. noch Pomp. Mela III, 9 und Cosm. Jul. Honorii cap. 47. Hierzu Berger, wissenschaftl. Erdkunde d. Griechen I, 108. Zu bemerken ist noch, daß dieser westliche Nilarm, wie es oben im Text heisst, in seinem Mittellauf sich im Wüstensande verliert, um erst weiter östlich mit großer Wasservfülle wieder hervorsprudeln und einen ausgedehnten See zu bilden. Den innerafrikanischen See (*lacus Nilotis* oder *Affrorum*) zeigen uns die meisten Karten der Folgezeit. — Aber auch die entgegengesetzte Annahme, daß die Quelle des Nil im fernsten Osten zu suchen wäre, hatte zeitweise Geltung gehabt. Als Alexander der Große im Hydaspes Krokodile sah und am Akesines ägyptische Bohnen, glaubte er die Quellen des Nils gefunden zu haben und beabsichtigte einen Zug nach Ägypten zu unternehmen, eine Vermutung, die nach näherer Kenntnismahme des Roten Meeres naturgemäss fallen mußte. Aber noch Procopius von Caesarea (de aedif. V, 1: *Νεῖλος μὲν ἐξ Ἰνδῶν ἐπ' Αἰγύπτου γέρεσθαι*) und Gregor von Tours (*ante dictus vero fluvius (Nilus) ab Oriente veniens ad occidentalem plagam versusque ad Rubrum mare vadit*) suchen sie zu halten, und zwar sehr wahrscheinlich beeinflusst von den Bibelexegeten, die den Ganges und Nil für den Paradiesfluß Geon erklärt hatten. Das Nähere hierüber vgl. in des Verf. Phys. Erdkunde im christl. Mittelalter, S. 86 ff. — Vielfach liefs man nun beide Ansichten nebeneinander bestehen, indem man einmal den westlichen Nilarm vom Atlasgebirge herleitete und sodann noch einen östlichen annahm, welcher das von Ptolemaeus hypothetisch angesetzte und durch arabische und christliche Kartographen beibehaltene Südländ durchströmte. So sehen wir es auf vielen Karten des Mittelalters. Nach Orosius (cap. 12) entspränge er unmittelbar an der Küste des Roten Meeres bei Mossylon, also im Meere selbst, wie denn der submarine Verlauf einzelner Ströme von anderen Ländern her (auf Grund antiker Sagen: Mäander-Asopus, Nil-Inopus, Alpheus-Arethusa) für eine oft beobachtete Erscheinung galt.

2) Über die Bedeutung des Kaukasus-Taurus für die Geographie Asiens vgl. oben S. 278.

3) *Παρχοάθρας* oder *Παραχοάθρας* hiefs ein Teil der Tauruskette, welcher sich von Armenien aus längs des Kaspischen Meeres hinzieht. Vgl. Ptolem. VI, 2, 3; 4, 1; 6, 1. Besonders



armenie inter caucasm: taurumque interiectus utrunque continuare uideatur. Ceterum aliter id esse fluvius eufrates discernit: qui a radice parcoatre montis effusus: in meridiemque protendens ipsum ad sinistram: taurum ad dextram secludit. Igitur caucasus inter colcos: et albanos: ubi et portas caspias<sup>1)</sup> habet appellatur a caspiis usque ad armenias portas:<sup>2)</sup> vel fontem tigridis fluminis inter armeniam et hiberiam montes acrocerauni<sup>3)</sup> dicuntur.

42. A tigridis fonte usque ad caharras<sup>4)</sup> urbem inter masegetas et parthos mons ariobarzanes.<sup>5)</sup> a carris<sup>a)</sup> usque ad catippi<sup>6)</sup> oppidum inter hircanos: et bactrianos mons memorinali,<sup>7)</sup> ubi hamomum<sup>b)</sup><sup>8)</sup> nascitur a quo proximum iugum mons parthaor<sup>9)</sup> dicitur.

43. Ab oppido catippi usque ad saffrim<sup>c)</sup><sup>10)</sup> vicum inter daassa,<sup>11)</sup> caraneas<sup>12)</sup> et parthienas<sup>13)</sup> mons obscobares<sup>14)</sup> ubi ganges fluvius oritur et lasser<sup>15)</sup> nascitur.

a) M: *caris*. — b) M: *amomum*. — c) M: *saphrim*.

genau bestimmt Strabo (XI, 511) die Erstreckung des Gebirges. «Gegen Osten über dem Kaspischen Meer erhebt sich ein anderes Gebirge, bis nach Medien hinstreichend und zwar bis Atropatene und Groß-Medien. Dieser ganze Teil des Gebirges heisst Parachoatras, sowie auch der bis zu den Kaspischen Pforten und noch weiterhin nach Osten bis gegen Aria.»

1) *Caspas* ist hier ein Zusatz von Candidus, mit Bezugnahme auf das folgende *a Caspiis*. Gemeint sind ohne Zweifel, wie aus dem Inhalt hervorgeht, die Engpässe bei dem heutigen Derbend am Kaspischen Meer, während sonst unter *portae Caspiae* stets nur die Defileen verstanden werden, welche aus Medien nach Hyrcanien über die Elburskette führen.

2) Welche Armenischen Thore gemeint sind, ist nicht klar. Strabo erwähnt einmal unter diesem Namen einen Pafs zwischen Armenien und Pontus.

3) Ceraunii montes heifs der nord-östliche Teil des Kaukasus am Kaspischen Meer. Ptol. V, 9, 14 ff. Strabo XI, 501. Pomponius Mela bezieht den Namen auf den ganzen Kaukasus; I, 19: *montes . . . , qui altera parte in Euxinum et Maeotida et Tanain, altera in Caspium pelagus obversi, Ceraunii dicuntur*.

4) Carrhai, südöstlich von Edessa in Mesopotamien, ist das schon in der Bibel genannte Charan.

5) Ariobarzanes (häufiger Personennamen) ist uns als Name eines Berges nicht bezeugt. An dieser Stelle unseres Textes ist die Nomenklatur und Lokalisierung überhaupt verworren und zum Teil unklar. So mufs die Erwähnung der Massageten, einer Völkerschaft östlich des Kaspischen Meeres, hier an der Quelle des Tigris an und für sich schon befremden.

6) Catippi scheint mit dem *Catippa* und *Catispi* (in der Nähe des Taurus) der Peutingerischen Karte identisch zu sein. Vgl. Riese S. XLVIII.

7) Die Orosiushandschriften bieten *Memarmali* und *Memormali*?

8) Das *Amomum* stammt von einer Gewürzstaude (*Cissus vitiginea*), welche in Vorderasien (Medien und Indien) heimisch ist. Eine eingehende Beschreibung derselben bei Plin. XII, 28.

9) Bei Orosius n. 16 Parthau.

10) Ein Sapham in Mesopotamien wird auf der Peutingerischen Karte genannt.

11) Verschieden für Dahas. Die Daer (*Ḍāoi*), ein Nomadenstamm im mittleren Iran, sind wohl identisch mit den von Herodot (I, 125) genannten *Ἀαθῆται*. Vgl. Strabo XI, 511.

12) Verschieden für Sacaraucas. Strabo (XI, 511) führt einen Stamm der Saken als *Σακάρωνες* an. Sie gehören zu jenen Nomaden, sagt er, «welche den Griechen Bactriana entrissen haben». Vgl. noch Ptolemaeus (VI, 14, 14), welcher sie als *Σακαυανταί* in *Scythia intra Imaum* aufführt. Vgl. hierzu Zangemeister a. a. O., S. 726.

13) *Παρθωνή* heifs das Stammland der Parther (Strabo XI, 514 f.). Hier scheint ein Stamm dieses Volkes so bezeichnet zu werden, wie es nach Suidas auch eine Stadt dieses Namens gab. *Παρθωνοί* werden auch von Stephanus Byz. genannt.

44. A fonte fluminis gangis usque ad ortum fluminis ottorogore:<sup>1)</sup> qui sunt a septentrione ubi sunt montana sparopansade<sup>2)</sup> mons taurus est.

45. A fontibus ottorogore usque ad urbem ottorogore inter infimos<sup>3)</sup> scythas: et gangaridos<sup>4)</sup> mons caucasis.

46. Ultimus autem inter eos<sup>5)</sup>: et pasiandras<sup>6)</sup> mons ymaus<sup>7)</sup> ubi fluvius crisorboras<sup>8)</sup> ad promontorium samara<sup>9)</sup> orientali excipiuntur oceano.

47. A monte ymaus id est || (6 b) ab imo caucasi: et dextra orientis parte: qua oceanus sericus: tenditur usque ad promontorium borreum<sup>10)</sup>: et flumen borreum inde scitico mari: quod est a septentrione usque ad mare caspium: quod est ab occasu: et usque ad extentum caucasi iugum: quod est ad meridiem hircanorum et scitarum gentes sunt numero duo et quadraginta propter terrarum infecunditatem late oberrantes.

48. Mare caspium<sup>11)</sup> sub aquilonis plaga ab oceano exoritur: cuius utraque circa oceanum littora: et loca inculta et inhospita habentur. Inde meridiem uersus per longas angustias tenditur<sup>b)</sup> donec per ampliora spatia diffusum caucasi radicibus montis finiatur.

49. A mari caspio: quod est ad orientem per oram oceani septentrionalis usque ad tanaym fluvium et meotidas paludes: que sunt ad occasum

---

a) M: *crisorbōas*. — b) M: *extenditur*.

<sup>14)</sup> Verschieden für Oscobares. Ptolemaeus (VI, 11, 9) nennt *Ἐσιόβαρα*, eine Stadt in Baetria. Sehr wahrscheinlich ist es identisch mit dem *Scobaru* der Peutingerschen Karte.

<sup>15)</sup> *Laser* ist der harzige Saft einer Pflanze, welche als Arznei und Gewürz verwendet wurde. Neben einem *Laser Cyrenaicum* wurde das *L. Syriacum* (*ferula asa foetida* L.), welches oben im Text gemeint ist, besonders geschätzt.

<sup>1)</sup> Vgl. oben S. 296 Anm. 4.

<sup>2)</sup> Sparopansade verschieden für Paropanisadae. So hieß das Volk und die Stathalterschaft zu beiden Seiten des Paropamisus oder besser Paropanisus, jenes selben Gebirges, welches die Macedonier als Kaukasus bezeichnet hatten, dessen Namen dadurch auf das ganze, Asien ost-westlich durchstreichende Gebirge übertragen wurde. Vgl. oben S. 278 und Kiepert, Lehrbuch S. 59.

<sup>3)</sup> Orosius schreibt statt *infimos* vielmehr *Chunos*; sehr wohl möglich, daß auch hier wieder ein Lesefehler vorliegt, zumal da einzelne Handschriften *hunos* und *funos* aufweisen.

<sup>4)</sup> Diodorus Siculus nennt die *Γαρδαρίδαι* ein im Pendschab wohnendes indisches Volk (II, 37; XVII, 91 ff.; XVIII, 6). Sie sind zu unterscheiden von den *Γαρδαρίοι* in der Landschaft *Γαρδαρίτις* (Strabo XV, 697) im Thal des Kophen (j. Kâbul-rûd).

<sup>5)</sup> Nicht eos, sondern Eoas, den Namen eines Volkes hat Orosius gemeint.

<sup>6)</sup> Vielmehr Passydras. Riese (S. 61) will sie mit dem *Πασυδροί*, einem bei Strabo (XI, 511) genannten skythischen Nomadenvolk jenseits des Jaxartes zusammenstellen.

<sup>7)</sup> Imavus = *Ἰμαον ὄρος*.

<sup>8)</sup> Vielmehr Chrysorras; unter diesem Namen werden uns mehrfach Goldsand führende Flüsse von den Alten genannt. Im Innern Asiens ist uns freilich kein solcher anderswo noch namhaft worden.

<sup>9)</sup> Über Samara vgl. oben S. 296 Anm. 3.

<sup>10)</sup> Promuntorium Borreum, oder vielmehr Boreum (Orosius n. 18) ist uns anderweitig nicht belegt. Es scheint meines Erachtens nur willkürlich angenommen zu sein, als äußerster Punkt der Erdinsel im Norden (*ἄκρον βορειον* = Nord-Kap).

<sup>11)</sup> Über die angebliche Meerbusennatur vgl. das oben S. 279 Gesagte.

cimerici maris: quod est ab africo usque ad caput et portas caucasi: que sunt ad meridiem gentes sunt quattuor et triginta. Sed generaliter regio proxima albania, ulterior vero sub mari: et monte caspio amalonum<sup>1)</sup> vocitatur. || (7 a)

### Descriptio Africe.

50. Africam quidem mare nostrum: quod ab occasu ex oceani faucibus inmittitur in meridiem uergens angustiozem cohartante oceano magis reddit: ex quo longitudine coeteris licet par: laxitate tamen inferior: cum sint nonnulli divisionum rationes prosecuti non tertiam orbis partem: verum potius in europa computandam esse censuere. Preterea quod in africa plus terrarum solis ardore: quam in europa frigoris rigore depereat: omniaque animantia tollerabilius vim frigoris: quam caloris patiantur. eaque de causa minus spaciū ut predictum est habeat: celi inclementia plus deserti<sup>2)</sup>. Verum nos antiquorum descriptionem imitati provincias eius ac regiones separatim describemus.

51. Lybia (!) cirenaica: et pentapolis<sup>3)</sup> in parte africe post egyptum prima est. Incipit ab urbe pharetonio: et montibus cathaton<sup>4)</sup>. Inde se ab indo mari<sup>5)</sup> usque ad philenorum aras<sup>6)</sup> extenditur. Habet post ad oceanum usque ad meridianum gentes libie ethiopum<sup>7)</sup> et garamanthum. Huic sunt ab oriente egyptus, a septentrione mare libicum. ab occasu syrtes maiores: et tragodite<sup>8)</sup>, contra quos insula calipso<sup>9)</sup> est. a meridie ethiopicus oceanus.

52. Tripolina<sup>10)</sup> prouincia: que et subventana dicitur habet ab oriente aras philenorum inter syrtas maiores et trogoditas. a septentrione mare siculum: vel potius adriaticum et syrtes<sup>b)</sup> minores. ab occasu bilachium<sup>11)</sup> usque ad lacum

<sup>a)</sup> M: *catabathynon*. — <sup>b)</sup> V: *sirtes*.

<sup>1)</sup> Verschieden für *Amazonum*. Vgl. oben S. 285.

<sup>2)</sup> Vgl. noch S. 292.

<sup>3)</sup> Pentapolis hieß bekanntlich die Landschaft Cyrenaica nach Wiedererlangung ihrer politischen Freiheit vom persischen Joch durch die Ptolemäer (321 v. Chr.), als Vereinigung der fünf Städte: Cyrene, Berenice, Arsinoë, Ptolemais und Apollonia.

<sup>4)</sup> Über den Catabathmos s. S. 277.

<sup>5)</sup> *Se ab indo mari*; wohl der wunderlichste Lesefehler, den Candidus begangen hat. Es soll vielmehr heißen: *secundo mari* (Orosius n. 43) d. h. «längs des Meeres».

<sup>6)</sup> Arae Philaenorum (*Φιλατρων βωμοι*) hieß der Hafen an der westlichen Grenze von Cyrenaica. Der Name wird durch die bekannte Sage von den beiden karthagischen Brüdern Philaeni abgeleitet, welche, um gegen die Cyrenäer eine für ihre Vaterstadt günstige Festsetzung der Grenze zu erzielen, sich dort lebendig begraben ließen. Ihre Landsleute errichteten ihnen aus Dankbarkeit zwei Altäre an der Stelle. So berichtet die Sage Sallust. bell. Jugurth. 79.

<sup>7)</sup> *Libie ethiopum*; bei Orosius (n. 43) vielmehr *Libyoethiopum*.

<sup>8)</sup> Trogodytae oder Troglodytae = Höhlenbewohner.

<sup>9)</sup> Dafs das homerische Ogygia, die Insel der Calypso an die Syrte verlegt worden wäre, ist uns anderswo nicht bezeugt.

<sup>10)</sup> Verschieden für Tripolitana.

<sup>11)</sup> Bilachium verschieden für Byzacium, das Land der Byzanten (bei Herodot: *Γύζαντες*, bei Strabo II, 131: *Βυζάριοι*), eines größeren libyschen Volkes südlich vom Karthagischen Gebiet. Kiepert, S. 216.

salinarum .<sup>1)</sup> a meridie barbaros, getulos nabatheos<sup>2)</sup> et garamanthes ad ethiopicum || (7 b) oceanum usque pertingentes. Hec regio a nonnullis arlungum<sup>3)</sup> dicitur : ubi leptis civitas magna est sita . quamvis arlunges per longum africe limitem generaliter vocentur.<sup>4)</sup> Bilachium autem leucis :<sup>5)</sup> et numidia leucis primum non unius continentis : sed totius generale nomen fuisse invenimus.

53. Bilachium ergo ubi adrumetus leucis : ubi cartago magna.

54. Numidia ubi ippos regius : et rusicada<sup>6)</sup> urbes sunt, habet ab oriente syrtis minores : et lacum salinarum . a septentrione mare nostrum : quod spectat ad siciliam : et sardiniam insulas . ab occasu mauritaniam sitiphensem . a meridie montes ysare<sup>7)</sup> et post eos ethiopiam<sup>8)</sup> gentes peruagantes usque ad oceanum ethiopicum.

55. Sithiphensis et cesariensis mauritania habet ab oriente numidiam . a septentrione mare nostrum . ab occasu flumen maluum,<sup>9)</sup> a meridie montem africanum<sup>10)</sup> inter<sup>a)</sup> maluas<sup>11)</sup> et harenas iacentes usque ad oceanum : in quibus occurrunt gangines<sup>12)</sup> ethiopes.

56. Mauritania tingitana ultima est africe . hec habet ab oriente flumen maluum . a septentrione mare nostrum usque ad fretum Gaditanum : quod inter hanc<sup>13)</sup> et calpis duo contraria promuntoria cohartatur . ab occidente athlantem montem : et oceanum athlanticum sub africanum hesperium<sup>14)</sup> contingentes . hic finis africe.

---

<sup>a)</sup> *maluum* — — *inter* fehlt in M.

---

<sup>1)</sup> Diese Stelle hat Dieuil (VIII, 7, 1) benutzt: *In Cosmographia legitur, quod Salinarum lacus in Africa, qui est in Tripolitana provincia et in regione Byzacio, in lunari mense crescit atque decrescit.*

<sup>2)</sup> Vielmehr Natabres, vielleicht identisch mit Plinius' (V, 30) Natabudes und Ptolemaeus' (IV, 3, 24) *Ναταβοῦται*.

<sup>3)</sup> Verschrieben für Arzugum (?).

<sup>4)</sup> *Haec regio . . . vocentur* ist bei Orosius (n. 44) unmittelbar hinter *subventana* eingefügt.

<sup>5)</sup> Verschrieben für Zeugis (Zeugitana), die Sicilien gegenüberliegende Landschaft. Kiepert, S. 216.

<sup>6)</sup> Rusicada, auf der Peutingersehen Tafel *Rusiceade*, beim Geogr. Ravenn. III, 6 *Rusiceade*, die Hafenstadt Numidiens, besonders von Cirta als Seeplatz benutzt. Vgl. noch Mela I, 7; Plin. V, 3, 2; Ptol. IV, 3, 3.

<sup>7)</sup> Ysare verschrieben für Uzarae, *Οὐζάραι* oder *Οὐζάλαι* bei Ptolem. IV, 3, 26.

<sup>8)</sup> Nach Orosius n. 45 *Ethiopum*.

<sup>9)</sup> Der Fluß *Μαλοῦα* bei Ptolem. IV, 1, 7.

<sup>10)</sup> Verschrieben für *Astrixim*.

<sup>11)</sup> Diese Stelle hat Candidus völlig mißverstanden. Sie lautet bei Orosius (n. 46): *Astrixim, qui dividit inter vivam terram* (Ackerbauland) *et harenas* (Wüste).

<sup>12)</sup> Gangines = Bagenos bei Plinius (VI, 176). Riese a. a. O. S. 68.

<sup>13)</sup> Verschrieben für *Abennae* oder *kauenne*, wie es einige Orosiushandschriften zeigen.

<sup>14)</sup> Bei Candidus sind hier zwei Zeilen fortgefallen. Vgl. Orosius n. 47.



57. Nunc insularum : que in mari nostro sunt nomina : et spatia dimetiar.

58. Cypros insula ab oriente mari sirio : quod mesicum<sup>1)</sup> sinum uocant . ab occidente panfilico .<sup>2)</sup> || (8 a) a septentrione aulone cilico .<sup>3)</sup> a meridie sirie et phenicis pelago cingitur. Eius spatium in longo millia passuum centum septuaginta quinque in lato octuaginta<sup>4)</sup> amplectitur.

59. Creta insula ab oriente mari carpatio : ab occasu et septentrione cretico . a meridie libico quod et adriaticum appellant cingitur. Eius spatium in longo millia passuum septuaginta duo .<sup>5)</sup> in lato quinquaginta amplectitur.

60. Cyclades insule : quarum est ab oriente prima rhodos . a septentrione tenedos . a meridie carphatos . ab occasu cirra .<sup>6)</sup> ab oriente littoribus asie finiuntur . ab occidente mari hicareo .<sup>7)</sup> a septentrione egeo : a meridie carphatio. Earum spatium<sup>8)</sup> in meridiem millia passuum quinquaginta . ab oriente in occasum ducenta continet que tres et quinquaginta<sup>9)</sup> numero habentur.

61. Sicilia insula tribus promontoriis illustris est peloro primum : quod aquilonem uersus aspicit : cui messana civitas proxima est. Dein pachino : quod ab euro in nothum respicit :<sup>a)</sup> cui syracusana urbs subest : ac lilibeo : ubi civitas eius nominis est sita : qui in occasum vergit . a peloro in pachinum milia passuum centum septuaginta septem detinet .<sup>10)</sup> ab oriente autem circumseditur mari adriatico . a meridie africo : quod est contra subuentanos : et syrtes minores . ab occidente et : et septentrione tyreno a borea usque subsolanum adriatico : quod tauromenitanos sicilie diuidit : et brutios ytalie.

---

<sup>a)</sup> V: *aspicit*.

---

1) Verschieden für *issicum sinum*, so genannt nach der Stadt Issos

2) *Mare Pamphylicum*.

3) Aulon Cilicius hieß die Meerenge zwischen Cypern und Cilicien. Luc. navig. 7; Plin. V, 25.

4) Nach Orosius n. 49 vielmehr *CXXV*.

5) Nach Orosius n. 50: *CLXXII*.

6) Verschieden für *Cythera*.

7) *Mare Icarium*, ein Teil des Ägäischen Meeres an der Westküste Klein-Asiens um die Insel Ikaria.

8) Nach Orosius n. 51 fehlt *a septentrione*.

9) Die Orosiushandschriften haben *LIHI*, einige von ihnen (Palatinus 829 und Donau-eschingensis) *LIII*. Wir haben hier einen Anhaltspunkt, welche Handschriftenklasse Candidus nur benutzt haben kann.

10) Hier ist ein Teil des Satzes fortgeblieben. Nach Orosius n. 52 fehlt *a Pachyno in Lilybaeum CLXXVII*.

62. Hanc quidem insulam, nicolae mi, dum oculis perlustras ipse animo contemplor: ac nonnunquam accidisse reor, || (8b) ut absentes una peregrinati sumus, ueluti praesentes binis animis uno corpore coniunctis.<sup>1)</sup>

63. Sardinia<sup>a)</sup> et Corsica insule parvo freto quindecim<sup>2)</sup> millibus passuum divide sunt.

64. Sardinia autem a meridie contra numidiam caralitanos<sup>3)</sup> habet contra corsicam septentrionem uersus ulbiensis.<sup>4)</sup> Earundem in longo spatium milia passuum ducenta et triginta in lato ducenta et octuaginta detinet. hec ab oriente et borrea thirenum mare habet. quod ad urbis rome portum spectat. ab occasu mare sardum. ab africo insulas balearis longe positas. a meridie numidicum sinum. a septentrione ut dixi corsicam.

65. Corsica insula multis promontoriis angulosa habet ab oriente thirenum mare: et urbis portum. a meridie sardiniam. ab occasu insulas baleares. a circio, et septentrione ligusticum sinum: que in longo millia passuum centum sexaginta. in lato milia sex et viginti amplectitur.

66. Baleares insule una maior: altera minor est: quibus bina insunt oppida. maior tarraconam<sup>b)</sup> hispanie urbem: minor barchinoniam<sup>5)</sup> septentrionem uersus contra se habent. Maiori iacet insula buxos.<sup>6)</sup> ab oriente sardiniam habent. ab aquilone mare gallicum. a meridie et africo taninum<sup>c)</sup> pellagus:<sup>7)</sup> que cultu et memoria satis celebres habentur.<sup>8)</sup>

P. candidi peregrine historie liber primus explicit de Cosmographia  
veteri: et nova.<sup>d)</sup>

67. Euro, vulturnus, subsolanusque sodales  
Aphricus et notus sunt austro collaterales  
At zephirus, chorus, faunius atque sequuntur  
Circius atque aquilo, Boream stipare feruntur.

Franciscus Petrarca.

<sup>a)</sup> Am Rand in M: *a quo Sardous adiectum*. — <sup>b)</sup> M: *taragonam*. — <sup>c)</sup> M: *tanicum*. — <sup>d)</sup> *P. candidi* — — *nova* fehlt in M.

<sup>1)</sup> No, 62 ist von Candidus hinzugefügt.

<sup>2)</sup> Nach Orosius 53: XX.

<sup>3)</sup> *Caralitanos*, das Gebiet von Caralis (Cagliari).

<sup>4)</sup> *Ulbiensis*, das Gebiet von Olbia im Norden Sardiniens.

<sup>5)</sup> Verschieden für *Barcilonam*.

<sup>6)</sup> Vielmehr *Ebusos* = Iviza, eine der pityusischen Inseln.

<sup>7)</sup> Vgl. oben S. 285.

<sup>8)</sup> Es fehlt die Bestimmung gegen Westen: *ab occasu Ilibericum pelagus*. — *Que cultu .... habentur* ist ein Zusatz von Orosius (n. 56), welcher sich aber auf alle Inseln des Mittelmeeres beziehen soll.

Johannes Pollione de octo ventis principalibus.

68. Octo sunt venti faciunt qui frigora flatu  
 Quatuor a mundi partibus hi veniunt.  
 Euris ab aurora veniens flat subsolanus  
 Et boreas aquilo nubila quem fugiunt  
 Hiberno spirat vulturnus tempore maior  
 Atque oriens alio nomine euronothus  
 His sunt oppositi zephirusque faunius idem  
 Argesites <sup>1)</sup> Caurus <sup>2)</sup> aphricus occidui  
 Auster habet medium celi nimbosus hyatu  
 Qui a fluuio et nymbis dicitur esse nothus.  
 Sed plaga quarta tenet mundi septentrionatum  
 Hos preter qui sunt dicimus orbis idem.<sup>a)</sup>

---

<sup>a)</sup> Die Verse aus Petrarca und Pollione finden sich nur in M.

---

<sup>1)</sup> Argesites oder Argestes, der Westsüdwest-Wind.

<sup>2)</sup> Caurus oder Corus (Chorus bei Petrarca) der Nordwestwind.

Berlin, 15. Januar 1893.





Beiträge  
zur  
Topographie und Geologie der andinen  
Region von Llanquihue.

---

Von  
Dr. Hans Steffen  
in  
Santiago de Chile.

Mit einem petrographischen Anhang von Dr. R. Pöhlmann  
und zwei Karten.





Die nachfolgenden Ausführungen bezwecken eine Zusammenfassung unserer Kenntnisse über einen andinen Gebietsteil der chilenischen Provinz Llanquihue, den ich auf einer 16tägigen Ferienreise im Februar d. J. aus eigener Anschauung kennen lernte, und der durch folgende kurze Übersicht meines Reiseweges<sup>1)</sup> bezeichnet werden mag: Von Puerto Montt ausgehend verfolgte ich die Ostküste des Reloneaví-Golfs bis zum Eingang der gleichnamigen «Boca» oder «Ensenada», durchfuhr dieselbe bis zu ihrem Nordende bei Ralun, ging von hier weiter nordwärts über den Cayutué-See bis an den Lago de Todos los Santos, befuhr denselben bis an sein Ostende und drang, soweit es möglich war, in die wichtigsten Zuflüsse desselben aufwärts vor. Ich verließ den See wieder in der Nähe des Punktes, wo der Rio Petrohue aus ihm heraustritt, um durch die tiefe Einsenkung am Südfuß des Vulkans von Osorno westlich an den Llanquihue-See und über denselben nach Puerto Varas und weiter nach meinem Ausgangspunkt zurückzukehren.

Die bezeichnete Region gehört keineswegs zu den ganz unbekannten Teilen der Republik Chile. Der Todos los Santos-See hat stets eine wichtige Etappe auf dem Reisewege zwischen Chiloe und dem argentinischen Gebiet des Nahuelhuapi-Sees gebildet und ist ebenso wie seine hauptsächlichen Zuflüsse von den Reisenden, die jenen Übergang nach der Argentina mit mehr oder weniger Glück gesucht haben, beschrieben worden. Der Llanquihue-See aber und die Boca de Reloneaví sind durch die trefflichen Arbeiten des früheren Direktors der chilenischen «Oficina hidrográfica», Don Francisco Vidal Gormaz<sup>2)</sup>, bekannt. Meine Aufgabe besteht also wesentlich darin, das zerstreute Material hier zu

---

<sup>1)</sup> Vgl. die diesem Aufsatz beigegebene Übersichtskarte, die Copie des entsprechenden Teils einer auf der «Oficina de límites» in Santiago hergestellten Karte des Gebiets zwischen 40° 40' und 42° s. Br. und 71° 40' und 72° 50' w. L. v. Gr. In derselben sind die vorhandenen kartographischen Materialien sorgfältig verarbeitet, auch einige von mir ausgeführte Peilungen, Flussaufnahmen und sonstige Beobachtungen verwertet worden. Trotzdem kann sie wegen Mangels einer genügenden Reihe genauer astronomischer Ortsbestimmungen natürlich nur als eine nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse mögliche Orientierungs-Skizze gelten. Über die verarbeiteten Materialien berichten die beigegebenen Notizen des Zeichners der Karte.

<sup>2)</sup> Memorias del Ministerio de Marina, Santiago 1871 und 1872. Vgl. Dr. C. Martin, Der bewohnte Teil von Chile im Süden des Valdivia-Flusses (Peterm. Mitt. 1880, S. 165).

einem einheitlichen Bilde zusammenzufassen und durch meine eigenen Beobachtungen soviel als möglich zu ergänzen.

Das Reisen in der noch so wenig erschlossenen, unbewohnten Waldregion des südlichen Chile ist unendlich viel beschwerlicher, und erfolgreiche Beobachtungen hängen daselbst von einer viel größeren Reihe zufälliger Umstände ab als in den centralen und nördlichen Provinzen des Landes. Die Unbeständigkeit der Witterung zwingt auch in den Sommermonaten zu Vorkehrungsmaßregeln gegen Kälte und anhaltenden Regen; häufige Durchnässungen sind unvermeidlich, und die stete Bewölkung läßt fast niemals die Umrisse des Horizontes deutlich erkennen. Wo sich kein fahrbarer Fluß, See oder Meeresarm dem vordringenden Reisenden zur Benutzung darbietet, gilt es mit der Axt oder dem Waldmesser («machete») sich Schritt für Schritt den Pfad zu ebnen. Ist erst einmal durch eine längere Strecke eine solche «macheteadura» hindurchgelegt, so kann sie für eröffnet gelten, denn jeder spätere Eindringling wird schnell die Spuren der ersten Wegearbeit wiedererkennen und sich mit ihrer Hilfe forthelfen. Freilich hat der Fremde, der zum ersten Male eine Reise in diese Urwälder («monte») unternimmt, durchaus einheimische Führer nötig; und zwar eignen sich dazu die chilotischen Holzfäller, welche ihr ganzes Leben in diesen Wäldern verbringen, aufs trefflichste. Sie kennen nicht nur die sämtlichen Waldpfade im weiten Umkreis ihrer Arbeitsstätte, sondern zeigen auch eine außerordentliche Geschicklichkeit im Auffinden der «macheteaduras» in ihnen unbekannten Gebieten. Jedenfalls kann man von einem zuverlässigen Waldarbeiter die Möglichkeit des Vordringens auf weite Strecken hin erfahren. — Durch häufigen Gebrauch erweitert sich nun ein solcher Waldpfad bald derart, daß es möglich wird, mit Reittieren hindurchzukommen; allein die Verwendung von Pferden oder Maultieren beschleunigt wegen der unzähligen Hindernisse des Bodens und der Vegetation den Marsch nicht wesentlich; sie erleichtert nur einigermaßen die Mitnahme von Lebensmitteln und Gepäck und ist bei der Überschreitung der reißenden, oft plötzlich anschwellenden Gebirgsflüsse von Vorteil. An manchen Stellen häufen sich die Schwierigkeiten des Reisens außerordentlich. So kann man z. B. von den verschiedenen Küstenplätzen am Ostufer des Reloncaví-Golfes nur mit der größten Mühseligkeit in das gebirgige, mit dichtem Urwald bedeckte Hinterland tiefer eindringen. Daher kommt es, daß der nur etwa 10 km von der Küste und gegen 22 km (Luftlinie) östlich von Puerto Montt gelegene Chapo-See bis heute noch von keinem wissenschaftlich gebildeten Menschen gesehen worden ist; Herr Dr. Martin hat ihn auf seiner Karte des südl. Chile nach Angaben von Holzfällern gezeichnet.<sup>1)</sup> Die Wasserwege erleichtern natürlich das Vorwärtskommen

<sup>1)</sup> Petermanns Mitteil. 1880, Taf. VIII. Einige in den Wäldern bei Ralun beschäftigte Holzarbeiter haben, wie mir an Ort und Stelle berichtet wurde, von dem am Westufer der Boea de Reloncaví gelegenen Flecken «El Canutillar» aus eine «macheteadura» bis an den Chapo-See hergestellt, wobei sie allerdings länger als einen Tag unausgesetzt arbeiten mußten. Auch von der am



bedeutend, aber in den meisten Fällen wird der Reisende sich sein Fahrzeug erst selbst zu bauen haben. Auf dem Todos los Santos-See giebt es zwar ein einem deutschen Kolonisten gehörigen, sieben Mann fassendes Segelboot, welches ich auf meiner Reise benutzt habe, allein dasselbe liegt in einer Bucht des NW-Ufers versteckt und ist wegen der Unpassierbarkeit des Seegestades von keiner anderen Seite des Ufers aus erreichbar. Der rings von Kolonisten bewohnte Llanquihue-See fällt natürlich aus dem Rahmen dieser Betrachtung heraus; hier finden sich nicht nur Fahrgelegenheiten auf dem See selbst, sondern auch die Gestade sind, vielleicht mit Ausnahme der Strecke, wo die Ausläufer des Vulkans Osorno an den See herantreten, überall gangbar.

Jeder Reisende also, der sich für längere Zeit in die einsamen Waldlandschaften an den Ufern der Boca de Reloncaví, des Todos los Santos- oder des Cayutué-Sees begiebt, hat sich mit der nötigen Begleitmannschaft, die je nach Umständen als Träger der Lasten, Ruderer oder Wegearbeiter dienen muß, zu versehen; auch ist es stets erforderlich, sich reichlich mit Lebensmitteln auszurüsten, da die unvermeidlichen Regengüsse und die Unmöglichkeit, im nächsten «monte» vorzudringen, den Reisenden zumeist zwingen, viel mehr Zeit aufzuopfern, als ursprünglich beabsichtigt war. Der Reiseproviant, den die einheimischen Holzfäller und Waldarbeiter stets mit sich führen, und dem sich auch der Fremde am besten anbequemt, besteht einfach aus gedörtem Kuhfleisch (Charqui) und geröstetem Weizenmehl (harina tostada), das mit Zucker vermengt und in Wasser gerührt genossen wird.

### Übersicht über die wichtigsten Reisen in das andine Gebiet von Llanquihue.

Die ersten Versuche der Europäer, auf irgend einem Wege in das Innere dieser Kordilleren einzudringen und womöglich die Ostseite derselben zu erreichen, sind ausgegangen von dem Verlangen, die sogenannte «Ciudad encantada de los Césares»<sup>1)</sup> aufzufinden, eine Märchenstadt, die man an den

---

Rio Coihuin, dem Ausflus des Chapo-Sees, gelegenen Kolonie «Las Chamisas» sollen Waldarbeiter hin und wieder bis an den See vorgedrungen sein. Nach einem freilich überaus dürftigen Croquis, welches einer von diesen Leuten entworfen hat, wäre der See etwa 15—20 millas (à 1,5 km) lang, an seinem Ostende 2—3 millas und am Westende 4—5 millas breit. Das Nord- und Südufer zeigen etwa in der Mitte zipfelförmige Ausbuchtungen. Der Ausflus liegt in der SW-Ecke.

<sup>1)</sup> Vgl. die abenteuerlichen Geschichten, die der Jesuitenpater Diego de Rosales (um 1674) darüber mitteilt in seiner «Historia general de el Reino de Chile» lib. I cap. 6; 17. (Ausg. v. Benj. Vicuña Mackenna, Valparaiso 1877). Eine Zusammenstellung von Materialien zur Geschichte der «Césares» giebt D. Pedro de Angelis in Bd. I der «Coleccion de documentos relativos à la historia de las provincias del Rio de La Plata.» Mehr populär gehalten ist die Studie von Benj. Vicuña Mackenna, «La Ciudad encantada de los Césares» in seinen «Relaciones históricas», tom. I nr. 13. Auf derselben beruht anscheinend der auf die «Césares» bezügliche Teil in den nicht ganz fehlerfreien historischen Ausführungen bei Cox, Viaje a la Patagonia (Anales de la Univ. de Chile, Santiago, 1863). In dem 3. Heft des 2. Bandes der «Verhandlungen des Deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago» habe ich die ersten Anfänge der Césares-Sage eingehend behandelt.

Ufern eines großen Sees am Ostabhang der Anden gelegen wähnte, und die schon in den Chroniken des XVI. Jahrhunderts eine Rolle spielt. Man dachte sich dieselbe von den Nachkommen einer Schar schiffbrüchiger Spanier bewohnt, welche vom Nordufer der Magellanstrasse aus bis etwa in die Breite von 40° S. am Ostabhang der Kordillere einwärts gewandert sein sollten, und gab den abenteuerlichsten Vorstellungen über ihren Reichtum und ihre große Ausdehnung Raum. Dabei wurde in den verschiedensten Kreisen der Wunsch lebendig, mit diesen verschollenen Landsleuten wieder in Verbindung zu treten; ja sogar die Regierungen von Lima und Buenos Ayres interessirten sich für die Reiseprojekte, welche die Auffindung der «Césares» als Ziel angaben. Nirgends aber beschäftigte man sich lebhafter mit derartigen Reiseplänen als in der Jesuitenmission zu Castro auf der Insel Chiloe, die seit dem ersten Decennium des XVII. Jahrhunderts bereits den wichtigsten Ausgangspunkt missioneller Thätigkeit im südlichen Chile bildete. Hier lebte der Pater Nicolas Mascardi, der erste, von dem wir sicher wissen, daß er eine Reihe von Expeditionen (wahrscheinlich in den Jahren 1667 und 1670—73) bis auf die Ostseite der Anden unternommen hat<sup>1)</sup>, und dem auch jedenfalls die Gründung der Missionsstation am Nahuelhuapi-See zuzuschreiben ist. Nach seiner Ermordung (1673) blieb die Missionsthätigkeit unter den Puelche- und Poyas-Indianern jenseits der Kordillere anscheinend lange Zeit suspendirt. Erst zu Beginn des nächsten Jahrhunderts hören wir wieder von der Aufnahme derselben durch den Rektor des Jesuitenkollegiums von Chiloe, den P. Felipe van der Meer, oder Lagunas, wie sein Name in castilianisirter Form gewöhnlich lautet. Derselbe soll, wie der Chronist der Gesellschaft Jesu in Chile erzählt, durch die Bitten einiger Poyas-Indianer bewogen worden sein, die verlassene Missionsstation am Nahuelhuapi wieder aufzusuchen, und unternahm i. J. 1703 seine erste Reise über die Kordillere von Llanquihue.<sup>2)</sup> In dem Bericht des P. Olivares, der übrigens nicht nur den P. van der Meer persönlich kannte, sondern auch selbst Reisen nach Nahuelhuapi unternommen hat, erfahren wir bei dieser Gelegenheit Näheres über den Weg, den diese Missionäre verfolgten. Er erwähnt z. B. den Hafen von Ralun (am nördlichen Ende der Boca de Reloncaví), der nach seiner Angabe 23 leguas von Nahuelhuapi und 14 leguas von Calbuco entfernt ist, den Todos los Santos-See und vor allem den mächtigen «Vulkan» Anon, unter dem man mit Recht den Cerro

<sup>1)</sup> Der Pater Mascardi erreichte sogar auf einer dieser Expeditionen den Atlantischen Ocean. Leider sind die Berichte über seine Reisen fast ganz wertlos für die Geographie. Den ausführlichsten enthält das uns nur unvollständig überkommene Werk des Diego de Rosales: «Conquista espiritual del reino de Chile», aus welchem M. L. Amunátegui (Question de límites entre Chile i la República Argentina, Santiago 1880, tom. III, S. 76 ff.) größere Bruchstücke mittheilt. Diego Barros Arrana giebt eine kurze Chronologie der Reisen des P. Mascardi in einer Note zu Olivares, Historia de la Compañía de Jesus en Chile (Coleccion de Historiadores de Chile, tom. VII, S. 391). Vgl. auch Barros Arrana, Historia jeneral de Chile (Santiago, 1885) tom. V, S. 197 ff.

<sup>2)</sup> Olivares, a. a. O. S. 503 ff.

del Tronador verstanden hat, der durch sein fortwährendes Donnern die Aufmerksamkeit der Reisenden auf sich zog. «Hieraus schlossen sie», sagt Olivares, «dafs in jenem Vulkan ein Dämon hauste, weleher auf diese Weise ein Zeichen seiner Anwesenheit gab, oder gemäß einem Abkommen mit den Indianern ihnen dadurch kund that, dafs Leute auf dem Wege zu ihnen wären. Die Patres jedoch befahlen ihm in Christi Namen, aus dem Berge zu entweichen und die Reisenden nicht ferner zu beunruhigen.» Der Todos los Santos soll nach diesem Bericht 8 leguas von dem Meer von Chiloe entfernt und durch unzugängliches, unbewohntes Gebirge, voller Schluchten und Sümpfe, von demselben getrennt sein. Besonders interessant ist ferner ein Bruchstück aus einem Briefe des P. Juan José Guillermo, Begleiters und Biographen des P. van der Meeren, welches Olivares aufbewahrt, um die Schwierigkeiten des Reisens in jenen unwegsamen Waldgebirgen zu beweisen. In der That läßt sich diese Beschreibung noch heute vollständig auf den Todos los Santos-See und seine Umgebung anwenden. Auch den Peulla-Flufs erwähnt er und betont mit Recht, dafs die Notwendigkeit, diesen reisenden, wasserreichen Gebirgsstrom ungefähr zwanzigmal zu überschreiten, das Haupthindernis auf der ganzen Reise bildet.

Wir erschen hieraus also, dafs der älteste von den Missionären benutzte Weg von Chiloe nach der Nahuelhuapi-Station durch die Boea de Reloncavi, über den Todos los Santos und durch das Peulla-Thal aufwärts geführt hat. Derselbe P. Guillermo indessen empfing während seines Aufenthaltes in Chiloe bereits Kunde von einem anderen Wege, auf welchem man «nach Aussage der Leute und besonders eines alten Spaniers», von Ralun aus in drei Tagen über Land direkt nach der Mission gelangen konnte, und zwar zu Pferd, ohne den Umweg über den Todos los Santos zu machen. In früheren Zeiten sollten die Spanier diesen Pfad auf ihren Raubzügen gegen die in «Buriloechi»<sup>1)</sup> ansässigen Indianer benutzt haben, welehe sich später aus Furcht vor ihnen weiter zurückzogen oder gänzlich ausstarben. Der genannte Pater setzte alles daran, diesen sog. «Camino de Buriloeche» aufzufinden, und unternahm zu diesem Zweck mehrere Vorstöße von Ralun aus unter Führung eines Eingeborenen, während zugleich Missionäre von der Nahuelhuapi-Station in westlicher Richtung vordrangen. Ein bei diesen Expeditionen beteiligter Pater erzählte dem Chronisten Olivares, dafs es der einen Partei wirklich gelungen sei, die Spuren der Wegearbeit der von der entgegengesetzten Seite kommenden aufzufinden, womit also der Buriloeche-Weg thatsächlich eröffnet worden war (im Jahre 1715). Es ist wohl

<sup>1)</sup> Dr. Fonck betont (in einem Aufsatz, betitelt: «Un paseo histórico al camino de Buriloeche» in der Valparaisocr Zeitung «El Mercurio» 25. März 1884) die Notwendigkeit, die zwar allgemeiner bekannte, aber verderbte Form «Bariloeche» durch «Buriloeche» oder richtiger noch «Vuriloeche» zu ersetzen, da das araukanische Alphabet kein  $\beta$  besitzt. Nach dem bekannten Wörterbuch der araukanischen Sprache von Febres bedeutet «iloeche» soviel wie Menschenfresser, und «vuri» heifst «hinter», «im Rücken». Also Vuri-iloeche = Hinter den Menschenfressern. Die Linguisten mögen über die Richtigkeit dieser Etymologie entscheiden.



nicht zu bezweifeln, daß in der Folgezeit dieser Pafs des öfteren von den Jesuiten zu ihren Reisen zwischen Chiloe und Nahuelhuapi benutzt worden ist; allein die Puelche-Indianer, welche bereits allen Versuchen zur Entdeckung des Buriloche-Weges eifrigst entgegen gearbeitet hatten, griffen zu verzweifelten Mitteln, um das Werk der fremden Glaubensboten zu vernichten. Der P. Guillermo selbst fiel, wie Olivares vermutet, einem von Indianerhand gereichten Gifttrank zum Opfer, und gegen Ende des Jahres 1717 überfielen die Puelches die Nahuelhuapi-Mission, töteten den P. Elguea und legten die Gebäude in Asche<sup>1)</sup>.

Mit der Zerstörung dieser wichtigen Station endigen für eine lange Reihe von Jahren die Nachrichten über Reiscunternehmungen in das andine Gebiet von Llanquihue. Der Camino de Buriloche scheint bald in Vergessenheit geraten zu sein, und nur die Sage von der fabelhaften Stadt der «Césares» erhielt sich und gewann immer phantastischere Ausgestaltung in den Köpfen abenteuerlustiger Kolonisten. Noch einmal versuchte ein Jesuitenpater, Sejismundo Guell, im Jahre 1766 den Nahuelhuapi wieder zu erreichen, aber mit schlechtem Erfolge, denn der Weg war, wie es heifst, inzwischen durch Abstürze gewaltiger Felsmassen versperrt worden.

Erst in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde das Interesse an der Auffindung des Jesuitenweges von Chiloe nach Nahuelhuapi neu belebt durch die Bemühungen des Franciskanermönches Francisco Menendez, dessen verschiedene, auf Geheiß des Vicckönigs von Perú unternommene Reisen für die Erweiterung der geographischen Kenntnisse von den Kordillern von Llanquihue grofse Bedeutung haben<sup>2)</sup>. Seine erste Expedition (1791) ging von Castro aus und führte ihn durch die Boca de Reloncaví an den Cayutué-See. Von hier sandte er neun Mann das Thal eines von SE kommenden Zuflusses (wahrscheinlich des Rio Concha) aufwärts, wo sich die Spuren eines alten Weges gefunden hatten, den man für den Camino de Buriloche hielt. Er selbst befuhr inzwischen den Todos los Santos bis zu seinem östlichen Ende und überzeugte sich von der Möglichkeit, hier einen Übergang in das Gebiet des Nahuelhuapi zu finden. Dann aber kehrte er an den Cayutué-See zurück und unternahm selbst einen hochinteressanten Vorstofs in die Bergwildnis, welche die vorausgeschickten Leute oberflächlich untersucht hatten. Sechzehn Tage lang irrte er nun in diesen urwaldbedeckten, von tiefen Schluchten mit reißenden Gebirgsströmen durchzogenen Kordillern umher und gelangte in das Engthal eines Flusses, «der weifses Wasser führt und von Osten herabkommt, dann aber nach Norden umbiegend, in den Todos los Santos eintritt». Er verfolgte denselben aufwärts bis

1) Olivares, a. a. O., S. 530 ff. Barros Arana, Hist. Jeneral de Chile, V, S. 471 ff.

2) S. die Originalberichte des P. Menendez über seine 1., 2. und 4. Reise, abgedruckt im Anuario hidrográfico de la Marina de Chile, tom. 15 (1890), S. 1–71. Das Tagebuch seiner dritten Expedition befindet sich im Besitz des Herrn Dr. F. Fonck in Quilpué. Don Diego Barras Arana giebt einen kurzen Auszug davon in seiner «Historia jeneral de Chile», tom. VII, S. 189.



in die Nähe seines Ursprungs, gelegen «auf einem Berge, der besteht aus einem Gemisch von Stein, Erde und Schnee, welcher fortwährend abstürzt, und an dessen Fuß drei Wasseradern hervortreten». Es ist wohl unzweifelhaft, daß hierunter der Rio Blanco zu verstehen ist, der aus einem der großen Gletscher des Cerro Tronador hervortritt, erst in E-W-Richtung strömt und dann nach N zum Todos los Santos durchbricht. Vom Ursprung dieses Flusses aus verfolgte der P. Menendez noch drei Tage lang seinen Marsch in Ost-Richtung weiter, wobei er ausdrücklich bemerkt, daß in der nördlichen Kordillere ein sehr hoher Berg liegt, von dem unaufhörlich große Schneemassen mit donnerartigem Getöse abstürzen. Wir erschen aus dieser Stelle deutlich, daß der Pater den Camino de Buriloche im Süden des Cerro Tronador gesucht hat, wenngleich mit schlechtem Erfolg. Am 28. Februar erreichte er einen waldfreien Berg, von dessen Gipfel aus im E zwischen den Bergen eine in NW-SE-Richtung sich erstreckende Lagune sichtbar wurde, die nach seiner Ansicht an ihrem E-Ende einen Abfluß nach N besaß. Leider gelang es dem Reisenden nicht, einen Abstieg zu diesem See zu finden, und so mußte er, um sich nicht gänzlich in den unwegsamen Kordilleren eingeschlossen zu sehen, die Rückreise antreten. Daß die vom P. Menendez erreichte Lagune bereits nach der argentinischen Seite hin abwässert, ist wohl nicht zu bezweifeln; und zwar scheint mir in dieser Hinsicht eine Vermutung des Dr. Fonck beachtenswert, nach welcher der Abfluß des Sees identisch wäre mit einem auf argentinischen Karten erscheinenden Fluß, der den Lago Gutierrez durchströmt und dann in die südöstliche Ausbuchtung des Nahuelhuapi-Sees einmündet.

Der P. Menendez hat, soviel wir wissen, keinen Versuch wieder unternommen, südlich vom Tronador einen Pfad über die Cordillere zu finden<sup>1)</sup>; seine Expeditionen in den Jahren 1792, 93 und 94 führten ihn vielmehr stets auf dem

---

<sup>1)</sup> In den Jahren 1884 u. 85 versuchte der Fregattenkapitän Emilio Valverde im Auftrage der chilenischen Regierung, den Buriloche-Weg nach den Angaben des P. Menendez wieder aufzufinden. Die erste Expedition (1884) blieb wegen der vorgerückten Zeit ohne Abschluß und Ergebnis. Auf seiner zweiten Reise (1885) ging er von Ralun aus über den Cayutué-See den Rio Concha aufwärts, erreichte und überschritt den oberen Rio Blanco, den er bis in die Nähe seines Ursprungs verfolgte, fand hier aber keine Möglichkeit, weiter vorzudringen, da abgestürzte Felsmassen und Waldbäume den Pfad vollständig versperrten. Er kehrte deshalb um und verfolgte den längst wieder aufgefundenen Weg über Todos los Santos und Peulla nach Nahuelhuapi (d. h. den Boquete de Perez Rosales), den er merkwürdigerweise einfach mit dem Buriloche-Pfad identifiziert. Der offizielle Bericht über die Expedition Valverde ist außer in chilenischen Zeitungen auch abgedruckt im Boletín del Instituto Geográfico Argentino (tomo VI, 1885). Von argentinischer Seite erfuhren die Aufstellungen Valverde's Angriffe, besonders durch Jorge J. Rohde in seinem Aufsatz: El paso de Buriloche. Refutación a un documento chileno. (Bol. Inst. Geogr. Arg. Tom VI cuad. X mit Skizze.) Rohde wendet sich hauptsächlich gegen die unberechtigte Gleichsetzung des Buriloche-Weges mit dem heute als Boquete de Perez Rosales bekannten Pfad und stellt im Gegensatz dazu die freilich auch nicht bewiesene Behauptung auf, daß der von ihm im Jahre 1883 eröffnete Weg, auf dem er von der SE-Spitze des Nahuelhuapi in SSW-Richtung bis an einen nicht näher bestimmten Punkt nahe der Ostküste der Boca de Reloncaví vorgedrungen sein will, den wahren Camino de Buriloche darstellt. Vgl. Bolet. Inst. Geogr. Arg., Tom. IV, cuad. VIII (1883).

Wege über den Todos los Santos in das Nahuelhuapi-Gebiet, und zwar legte er zuletzt die Strecke von Ralun bis Nahuelhuapi in 4 Tagen zurück, wobei allerdings eine Nacht zur Überfahrt über den Todos los Santos-See benutzt wurde. Das Problem des alten Jesuitenpfades aber, auf dem man in drei Tagen mit Reitieren den Übergang bewerkstelligen sollte, haben weder der P. Menendez, noch seine zahlreichen Nachfolger zu lösen vermocht.

Zum Teil gleichzeitig mit dem unermüdlichen Franziskanerpater arbeitete der spanische Seeoffizier D. José de Moraleda y Montero im Auftrage des Vizekönigs von Peru daran, die Küsten von Chiloe, einen Teil des Chonos-Archipels und die gegenüberliegende Festlandsküste zu erforschen (1786—1796). Seine Streifzüge führten ihn gerade bis in die Nordostecke des Todos los Santos, über den er recht brauchbare Mitteilungen in seinem Reisebericht giebt. Vor allen Dingen aber verdanken wir Moraleda die erste verlässliche kartographische Darstellung<sup>1)</sup> des genannten Sees, sowie der Boca de Reloncaví und angrenzenden Gebiete. Auf seiner Karte findet sich auch die Andeutung des Weges durch das Peulla-Thal nach dem Nahuelhuapi, sowie des Ausgangspunktes des «Camino de Buriloche» in der SE-Ecke des Cayutué-Sees.

Während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts blieb sogar die Möglichkeit, im Osten des Todos los Santos-Sees einen Übergang nach der Argentina zu finden, verborgen. Der i. J. 1849 von der chilenischen Regierung ausgesandte Korvettenkapitän Benjamin Muñoz Gamero reiste von Melipulli (Puerto Montt) über die Lagune von Llanquihue an den Todos los Santos, erreichte den Peulla-Fluss, in dessen Bett er bis zu dem Punkte vordrang, wo der Fluss eine entschiedene Westwendung macht, und kehrte um, ohne die Übersteigung der Cordillere in Angriff genommen zu haben. Der offizielle Bericht des Reisenden an den chilenischen Minister des Innern<sup>2)</sup> enthält eine Reihe höchst wertvoller Beobachtungen über die physische Geographie des durchzogenen Gebietes.

Sechs Jahre später unternahmen auf Anordnung des Intendenten V. Pérez Rosales einige Kolonisten aus Puerto Montt einen Vorstoß in derselben Richtung. Geführt von dem alten Olavarria, der in seiner Jugend schon den P. Menendez begleitet hatte, erstiegen sie den Cerro de la Esperanza, der bereits auf der Wasserscheide liegt, fanden den zum Nahuelhuapi eilenden Rio Frio, den sie überschritten, und erreichten schliesslich eine Höhe, von der aus sie ein großes Stück des gesuchten Sees überblicken konnten.<sup>3)</sup>

In das folgende Jahr (1856) fällt dann die wichtige, von Dr. Francisco Fonck geleitete Expedition, welche zum ersten Male seit der Zeit des Menendez von chilenischer Seite aus die Gestade des Nahuelhuapi-Sees erreichte, woselbst

<sup>1)</sup> Die zuerst in Santiago 1845 gedruckte Karte ist wiedergegeben in Bd. VIII des *Anuario hidrográfico de la Marina de Chile*.

<sup>2)</sup> Abgedruckt in der chilenischen Zeitung «El Araucano» (Santiago, 4. April 1850).

<sup>3)</sup> «El Araucano» (Santiago, 21. Juli 1855).

sich noch die Überreste des von dem genannten Pater benutzten Fahrzeuges vorfinden.<sup>1)</sup> Dieser Expedition verdanken wir auch eine, freilich nicht auf astronomischen Ortsbestimmungen beruhende, Aufnahme des zwischen den Seen von Llanquihue und Nahuelhuapi liegenden Gebietes, welche die von Döll, dem Reisebegleiter des Dr. R. A. Philippi (i. J. 1852), vom Gipfel des Osornovulkans aus entworfene Skizze<sup>2)</sup> nach Osten zu beträchtlich erweitert.

Schließlich muß hier der wichtigen Reise von G. E. Cox gedacht werden, der den Übergang nach der Argentina auf dem bekannten Wege über die Seen von Llanquihue und Todos los Santos bewerkstelligte und bei der Gelegenheit wertvolle Beobachtungen, besonders über die Oro- und Hydrographie dieser Regionen gemacht hat.<sup>3)</sup> Seine Karte enthält nicht unwesentliche Abweichungen von den eben erwähnten Aufnahmen von Döll und Hess.

Die eingangs erwähnten Expeditionen und Aufnahmen unter Leitung des D. Franeisco Vidal Gormaz, soweit sie für uns hier in Frage kommen, umfassen den Lago Llanquihue, seine Gestade und das Gebiet zwischen ihm und dem Golf von Reloneaví, die Küsten dieses letzteren und der Boea bis Ralun, endlich die Streeke zwischen Ralun und der südlichen Ausbuchtung des Todos los Santos-Sees (der sogen. Ensenada de Cayutué).

\*

\*

\*

Der natürliche Ausgangspunkt für Reisen nach den verschiedenen Teilen der chilenischen Provinz Llanquihue ist die für diesen Zweck äußerst bequem gelegene Provinzialhauptstadt Puerto Montt (Melipulli). Von hier aus lassen sich auf dem Wasserwege die Inseln des Reloneaví-Golfes, das Gebiet des Maullin-Flusses und die zahlreichen Hafenplätze von Chiloé ebenso leicht erreichen, wie zu Lande der Llanquihue-See und weiterhin die Ebene von Osorno und La Union. Auch das noch so wenig bekannte Hinterland der Ostküste des Reloneaví-Golfes ist durch einen von Puerto Montt leicht zugänglichen natürlichen Wasserweg, der tief in das Innere der Kordillere führt, erschlossen. Es ist dies die Boea de Reloneaví (auch Ensenada oder Estero de Reloneaví genannt<sup>4)</sup>), ein breiter, tiefer Meeresarm, der einen zuerst 22 km in ENE und darauf

<sup>1)</sup> Der offizielle Bericht nebst der von F. Hess gezeichneten Karte findet sich in den *Anales de la Universidad de Chile*, 1857, S. 1 ff.

<sup>2)</sup> *Anales de la Univers. de Chile*, 1853.

<sup>3)</sup> *Viaje a las regiones septentrionales de la Patagonia* (in *An. Un. Chile* 1863).

<sup>4)</sup> Die beiden Bezeichnungen «Ensenada» und «Estero» passen schlecht auf diesen fjordartigen Meeres einschnitt. «Ensenada» bedeutet eigentlich eine Meeresbucht von geringer Ausdehnung, «estero» (aestuarium) heisst nach dem Wörterbuch der spanischen Akademie ein Flußarm, in dem sich noch die Gezeitenbewegung des Meeres erkennen läßt, bezeichnet aber in Chile soviel wie «Bach» und wird nur im Süden auf die in die Kordillere eindringenden Meerbusen angewendet. Auch Vidal Gormaz gebraucht die Bezeichnung «Estero de Reloncaví». Ich bin dem an Ort und Stelle üblichen, auch von Dr. Martín angenommenen Gebrauch gefolgt, die Bezeichnung «Boca de Reloncaví» auf den ganzen Meeresarm zu übertragen. Auf Pissis' Karte von Chile erscheint an Stelle der sich in ihrem ganzen Verlauf als echter Meeresteil ausweisenden Boca ein «Río Reloncaví».



noch etwas über 30 km in NzE-Richtung verlaufenden Einschnitt in den Kontinent bildet. Sein weithin sichtbarer, von hohen Felsen bewachter Eingang, die «Boca» im eigentlichen Sinne, durch welche die halbkreisförmige Ostküste des Reloncaví-Golfes in zwei gleiche Hälften geteilt wird, ist, wie wir sahen, schon vor Alters die Pforte für einen in das Gebiet des argentinischen Nahuelhuapi-Sees führenden Weg gewesen; freilich hat der Verkehr selbst in den Zeiten, wo noch größere Indianerscharen am Ostabhange der Kordillere wohnten, wohl nie einen besonders lebhaften Charakter angenommen. Heute kann von einem solchen transandinischen Verkehr keine Rede mehr sein; die kleinen Segelboote und die größeren, meist zum Transport der Erzeugnisse der Waldarbeit dienenden «Canchas», welche die Boca de Reloncaví befahren, halten nur die wenigen kleinen Ansiedlungen der Holzarbeiter von Ralun und einigen anderen zerstreuten Flecken mit der Außenwelt in Verbindung. Die deutsche Firma F. Oelckers in Puerto Montt, in deren Diensten die Mehrzahl dieser Waldarbeiter beschäftigt ist, unterhält übrigens den Verkehr mit der Boca durch einen kleinen Dampfer, der im Sommer wenigstens regelmässige Fahrten nach Ralun unternimmt, und den ich bei meiner Reise nach dem Todos los Santos zu benutzen Gelegenheit hatte.

Der erste Teil der Fahrt von Puerto Montt bis zum Eingange der Boca läßt uns den Südfall der großen chilenischen Längsebene und weiterhin der ersten Vorketten der hohen Kordillere beobachten. Es entspricht nicht ganz den wirklichen Verhältnissen, wenn man, wie es öfters geschieht, von einem allmählichen Untertauchen der Longitudinalebene in die Fluten des Reloncaví-Golfes redet. Das Südende derselben bei Puerto Montt und weiter einwärts das ganze Terrain bis zum Llanquihue-See ist vielmehr deutlich als ein stufenförmiger Abfall charakterisiert, der von Dr. Fonck<sup>1)</sup> zuerst erkannt und näher beschrieben worden ist. Es lassen sich fünf vom Meere aus hintereinander ansteigende Stufen unterscheiden, die sich zum Teil auf der durch einen schmalen Kanal vom Festland geschiedenen Insel Tenglo wiederholen, und deren höchste 90—92 m Erhebung über das Meer erreicht. Die Absätze folgen sich in kurzen Entfernungen aufeinander, so daß die höchste Stufe schon etwa 3 km landeinwärts von der nur 1,5 m über dem höchsten Flutniveau gelegenen Platte, auf der die Stadt Puerto Montt steht, beginnt. Der Weg von dieser höchsten Stufe aus nordwärts bis an den Llanquihue-See führt durch unregelmässig welliges Terrain, in welchem sich einzelne Erhöhungen bis zu 120 und 130 m ü. M. vorfinden. Der geologische Charakter dieses südlichsten Teils der chilenischen Längsebene ist öfters beschrieben worden<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> J. Domeyko in einer Mitteilung an die Facultad de Ciencias Físicas (Anales de la Univ. de Chile 1862, Primer semestre, S. 163 ff.). Fonck, Naturwissenschaftliche Notizen über das südliche Chile (Peterm. Mitt. 1866, S. 462 ff.). Vgl. auch eine Notiz von A. Hettner in Verhdlg. d. Gesellsch. f. Erdk., Berlin 1890, Bd. XVII, S. 236.

<sup>2)</sup> Sobre la Jeología de las inmediaciones de la Colonia alemana de Puerto Montt. — Extracto de una carta del Dr. D. Ignacio Fonck a D. Ignacio Domeyko etc. (An. Univ. Chile 1859, S. 318). C. Juliet in An. Univ. Chile 1872, I, S. 357 ff. Vgl. auch die in vor. Note citierten Arbeiten.



Wir haben es hier mit jüngeren (tertiären?) Sedimenten zu thun, von denen grobe Gerölle mit Sanden und Thonen abwechseln, und die von dünnen, meist qualitativ sehr unbedeutenden Lignitschichten durchzogen werden. Daß die ausgedehnten Muschelhaufen, welche sich in sehr verschiedener Höhe, aber meist in unbedeutlicher Entfernung vom Meeresstrande vorfinden, keine Meeresabsätze sind und mithin keinen Beweis für die Hebung dieser Küsten abgeben, haben verschiedene Forscher nach dem Vorgang von Dr. Fonck im Gegensatz zu Darwin<sup>1)</sup> mit Recht hervorgehoben; wir werden dieselben jedenfalls als Anhäufungen von Menschenhand (Reste früherer «curantos»), also als unmittelbare Zeugen ehemaliger menschlicher Ansiedlungen in der Nähe ihrer heutigen Fundorte anzusehen haben. Auf Tenglo, wo ich Gelegenheit hatte, diese Muschelbänke zu beobachten, bilden sie die weissen, weithin leuchtenden Vorsprünge an der Nordküste der Insel.

Verfolgen wir die Küste des Reloncaví-Golfes nach SE weiter, so sehen wir eine Reihe von im allgemeinen N—S verlaufenden Bergketten nach und nach zum Meere abfallen. Der aus dem Chapo-See abfließende Rio Coihuin, an dessen Mündung, wie fast bei allen Flüssen des südlichen Chile, bei Ebbezeit eine breite Barre sichtbar wird, hat sich nach Juliet, der diese Gegend geologisch genau durchforstet hat, noch in den sedimentären Schichten sein Bett gegraben; dagegen werden schon wenige Kilometer südöstlich von seiner Mündung die an der Zusammensetzung der Kordillere wesentlich beteiligten plutonischen Gesteine (nach Juliet hier Diorite) sichtbar. Der erste der hier endenden Bergzüge ist niedrig und hat auf der dem Meere zugekehrten Seite ein flaches Vorland, das von den zahlreichen kleinen Grundstücken, ‚chacras‘, der hier ansässigen Kolonisten besetzt ist. Weiter nach SE zu bildet das Meer einen tieferen Einschnitt in der sogenannten Ensenada de Quellaype, die an ihrer Südöffnung gegen 2 km breit ist und sich nach N zu etwa auf die Hälfte verengt. Im Hintergrunde der Bai münden zwei unbedeutende Flüschen; auf der Ostseite steigt das Land hinter einem schmalen Küstensaum zu einer Bergkette von etwa 600 m Höhe an, welche durch die weithin sichtbaren Spuren von zwei gewaltigen Bergstürzen gekennzeichnet ist. Diese Abstürze von Berg- und Vegetationsmassen («derrumbe» oder, wie das Volk mit der beliebten Umstellung der Konsonanten sagt «redumbe») lassen sich schon von ferne als tiefe Risse in der die ganze Bergkette bis zum Gipfel einnehmenden Urwalddecke erkennen; der weiter nach W zu gelegene hat erst vor wenigen Jahren an einem Wintertage stattgehabt, und zwar sind die abstürzenden Felsblöcke und Geröllmassen bis zum Meere herabgeschleudert worden und haben ein am Strande stehendes Häuschen mit den umgebenden Anpflan-

---

<sup>1)</sup> Darwin, Geol. Beobachtungen über Südamerika. (Ges. Werke, übers. von V. Carus, Stuttgart 1878, Bd. XII, S. 39 ff.); Fonck in Pet. Mitt. 1866, S. 467. Vgl. die eingehende Behandlung dieser Frage mit Berücksichtigung der gesamten einschlägigen Litteratur bei E. Suess, Das Antlitz der Erde, Bd II (1888) S. 654 ff.

zungen vernichtet. In der Absturzbahn hat sich ein Gebirgswasser seinen Weg gesucht und schäumt jetzt zwischen den bloßgelegten Riesenblöcken von granitischem Habitus dahin.

Die Ufer der Ensenada de Quellaype werden von etwa einem halben Hundert zerstreut liegender dürftiger Anwesen umsäumt, deren Eigentümer sich seit ungefähr 40 Jahren hier niedergelassen haben. Es waren zumeist Chiloten von den Inseln des Reloneaví-Golfes, die hier einwanderten, den Wald rodeten und den Boden bestellten. Heute besitzt jeder bereit sein kleines Weizen- und Kartoffelfeld, ein Gärtchen mit Apfelbäumen und Stachelbeersträuchern; auch fehlen selten eine Kuh, ein Pferd, ein paar Schafe, Schweine und Hühner im Haushalt. Das Anwesen bringt diesen Leuten soviel ein, als sie zum Lebensunterhalt benötigen; viele von ihnen arbeiten außerdem als Holzfäller im Walde. Alle verstehen gut zu rudern und zu segeln und sind Meister in der Kunst des Wegebahnens durch den Urwald. Die Häuser sind durchgehends aus Holz und erwecken einen viel angenehmeren Eindruck als die rohgedeckten Lehmhütten, in denen das niedere Volk im mittleren Chile wohnt. Auch das Innere der Wohnungen, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, zeichnete sich durch eine gewisse Ordnung und Sauberkeit aus; es scheint fast, daß das Beispiel der deutschen Kolonisten von Llanquihue hier wirksam gewesen ist.

Ungefähr 8 km südöstlich von der Ensenada de Quellaype öffnet sich (ebenfalls nach S) eine breite, flache Meeresbucht mit einer bei Ebbe freiliegenden Sandbank, in deren Hintergrund der Flecken Lanca, eine Reihe niedriger Holzhäuser nebst der bei diesen Ansiedelungen nie fehlenden Kapelle, sichtbar wird. Unmittelbar über dem Strande steigt ein dritte, auf 1500 m Höhe zu schätzende Bergkette auf, die bis oben hin mit Wald bedeckt und von tief eingerissenen Schluchten durchzogen ist. «Cerros de Piellu» ist die an Ort und Stelle übliche Bezeichnung dieses Höhenzuges.

Weiter nach SE erscheint hinter einem kleinen Vorsprung der Küste ein schmales, sanft nach N ansteigendes Plateau mit den zerstreut liegenden Häusehen von Chaica, welches weiter einwärts steil zu einem urwaldbedeckten Höhenrücken ansteigt. Den Abschluß des Panoramas bilden im Hintergrunde die schon mit ewigem Schnee bedeckten Cerros de los Pieos, deren Nordfuß bis an den Lago Chapo hinabzureichen scheint. Am südlichen Endpunkt des genannten Höhenrückens tritt eine oben abgerundete Felskuppe, die von der Hauptkette durch eine mäßige Einsattelung getrennt ist, mit steilen Wänden in das Meer hinaus. Es ist der sogenannte Morro de Chaica.

Alle diese Bergzüge sind — soweit die dicke Vegetation überhaupt vordringen gestattet — von einzelnen Minensuchern genau auf das Vorkommen von edlen Metallen abgesucht worden, aber ohne Erfolg. In der Nähe von Chaica wurden mir von den ansässigen Kolonisten verschiedene Stellen gezeigt, an denen ein Deutscher aus Puerto Montt jahrelang allein und mit den primi-

tivsten Mitteln sich abgemüht hatte, die Felsblöcke zu zertrümmern und edle Adern im Gestein zu entdecken. Die von mir an diesem Orte sowie am Morro Chaica gesammelten Handstücke sind späterhin von Herrn Dr. Pöhlmann petrographisch untersucht und sämtlich als Granite und Granitite bestimmt worden. Näheres darüber teilt er selbst in dem petrographischen Anhang mit.

Die Küste zwischen Quellaype und Chaica hatte ich auf einem früheren Ausflug bereits kennen gelernt; jetzt führte uns der kleine Dampfer schnell daran vorüber, und unter den günstigsten Umständen, d. h. mit eintretender Flut und frischem Südwind, ging es in die wegen ihrer schwierigen Passage gefürchtete Boca hinein. Die Felsen, welche den Eingang umrahmen, fallen so steil in das (nach Vidal Gormaz) hier 460 m tiefe Meer ab, daß der Dampfer unmittelbar an der Felswand entlang fahren konnte, und es möglich war zu erkennen, daß der am Morro de Chaica beobachtete geologische Habitus auch hier vorwaltet. Der äußerste Südvorsprung der Küste nördlich vom Eingang der Boca ist ebenfalls durch einen vereinzelt, von der Hauptkette durch eine Einsenkung abgetrennten Bergkegel markiert, nämlich den sogenannten Morro del Horno, dem auf der gegenüberliegenden Seite der Boca der Morro chico entspricht. Der etwa 500 m hohe Morro del Horno ist wie der Morro de Chaica oben abgerundet und zeigt nach NW zu steile, vegetationsfreie Felswände. Überall stürzen Kaskaden an den Felswänden hernieder und an manchen Stellen sieht man großartige Spuren von Wassererosion; Gletscherwirkungen sind nicht erkennbar. Zur rechten Hand lassen wir die «Farallones de Caicura», eine Reihe niedriger, mit spärlicher Vegetation bedeckter Klippen, die unaufhörlich dem Ansturm einer gewaltigen Brandung ausgesetzt sind und den Tummelplatz der diese Meere bewohnenden Phoken bilden.

Die Boca de Reloncaví und ihre Gestade sind des öfteren in Reise-schilderungen eingehend dargestellt worden,<sup>1)</sup> so daß ich hier darauf verweisen kann. Ich will nur mit kurzen Worten auf die Stellung dieses Meeresarms innerhalb der allgemeinen Plastik des Kontinents hindeuten.

Die Westküste Südamerika's ist einzuordnen in die von F. v. Richthofen so genannte Kategorie der Längsküsten, denn in ihrem Verlauf ist ein deutlicher Parallelismus zu der Längsachse der sie begleitenden Kordillere zu erkennen, vor welche sich in Chile noch die niedrigere und geologisch ältere, aber derselben Hauptrichtung folgende Küstenkordillere einschiebt. Die allgemeine Einförmigkeit, welche diese Art von Küsten auszeichnet, wiederholt sich auch in Chile, um jedoch südlich von etwa 41½ s. Br. plötzlich der mannigfaltigsten Einzelgliederung Platz zu machen. Hier ist die Küstenkordillere vollständig vom Meere durchbrochen und in eine Reihe größerer und kleinerer Inseln aufgelöst, während

<sup>1)</sup> Cox, Descripción de la Ensenada de Reloncaví, in *Anales Univ. Chile* 1859, S. 683 ff. Vidal Gormaz, Memoria de Marina 1871; derselbe, Jeografía náutica de Chile, in *Anuario hidrográfico de la Marina de Chile*, Año VIII (1883) S. 89 ff.



die große Längsebene zwischen beiden Kordilleren durch das sogenannte innere Meer von Chiloé und weiter südlich durch schmälere Kanäle ersetzt wird, die durch zahlreiche seitliche Ausbuchtungen tief in das Innere der Hochkordillere eingreifen. Der erste dieser Meeresarme, der jedem Beobachter sofort die Vorstellung eines unter Wasser gesetzten tiefen Kordillerenthals erweckt, ist die Boca de Reloncaví. Man hat dieselbe verschiedentlich als Reloncaví-Fjord bezeichnet, sie würde also hiernach die am weitesten nach N vorgeschobene Fjordbucht der chilenisch-patagonischen Küste darstellen. In der That kommen eine Reihe von Momenten zusammen, die uns berechtigen können, der Boca einen fjordartigen Charakter zuzusprechen. Dieselbe bildet einen engen, steilwandigen, in der Hauptsache nord-südlich, also der Längsrichtung der Kordilleren parallel verlaufenden Meereseinschnitt, der in seinem unteren Teil noch bis 3 km Breite erreicht, in seinem obersten Teil sich aber auf ein Drittel verengt. In dem unteren Abschnitt der Boca erstreckt sich in derselben Richtung wie die Steilküste der Ufer eine schmale, gebirgige, von kleineren Klippen umgebene Insel, die sogenannte Farallones de Marimeli, welche ihrerseits wieder an der NE-Spitze durch einen im Sinne der Längsachse der Boca verlaufenden Meereseinschnitt gespalten wird. Nahe dem Nordende bildet die Westküste einen gleichfalls in der bezeichneten Richtung liegenden Vorsprung, hinter welchem sich die seichte Bucht von Nahuelhuapi öffnet, in deren Hintergrund eine Therme hervorsprudelt. Allerdings steht die Boca in dieser Beziehung noch ziemlich isoliert. Die dem pacifischen Ocean zugewandte Küste von Chiloé weist z. B. durchaus keine fjordähnlichen Bildungen auf; erst südlich von 44° s. Br. beginnt die typische Fjordregion, und hier lassen sich ganz analoge Bildungen wie die der Boca de Reloncaví beobachten (siehe z. B. den Canal de Cay, Estuario Quitrales, Estuario San Francisco u. a. m.). Zur Erklärung dieser besonderen Form von Meerestrafsen und Meeresbuchten wird mit Recht die ehemalige Ausfüllung derselben mit Gletschereis herangezogen. Auch die Boca gehört ebenso wie die großartigen Fjordbildungen im Süden und vielleicht die meisten der jetzt von Seebecken erfüllten Depressionen der Kordillere bis in die Breite von Valdivia in den Bereich der diluvialen Vergletscherung. Spuren derselben sind die von Darwin, Fonck u. a. beschriebenen erratischen Blöcke auf Chiloe, im Umkreise des Llanquihue-Sees und an vielen Stellen der Meeresküste, ganz besonders bei Ilque, gerade gegenüber dem Westausgang der Boca; ferner die von Fonck erwähnten Moränenreste an mehreren Punkten der centralen Kordillere, und vor allem die jedem Reisenden in den südlichen Kanälen auffallenden gletschergeschliffenen Felswände. Freilich sind gerade in dem von uns behandelten Gebiet die Zeugen dieser ehemaligen Gletscherbedeckung teils durch die dichte Vegetationsdecke verhüllt, teils durch die zerstörenden Wirkungen der Wassererosion vernichtet. Jedenfalls müssen wir uns aber vorstellen, daß die Eisfelder und Gletscher, welche noch heute in so gewaltigen Massen die breiten Gipfel und



Gehänge des Tronador, des Yate und der nach Süden folgenden Kordillerenhäupter verhüllen und die an dem berühmten Lago de San Rafael (in lat.  $46^{\circ} 35'$ ) bereits bis zum Niveau des Oceans hinabsteigen, ehemals alle ursprünglichen Thäler und Depressionen in der Kordillere von Llanquihue, zu denen also auch das primitive Thal der Boca de Reloncaví und dasjenige des Todos los Santos-Sees gehören, ausgefüllt haben. Unter der Schutzdecke dieses Eises bewahrten sich die Hohlformen der primitiven Thalsysteme gegen die abradirende Thätigkeit des Meeres, das später zum Teil in dieselben eindrang und die als Fjordbuchten bezeichneten Küsteneinschnitte schuf. Ein neuerer Reisender<sup>1)</sup> hat kürzlich ausgesprochen, dafs der Golf von Reloncaví ehemals in ähnlicher Weise als Binnensee in die Längsebene eingesenkt gewesen sei, wie jetzt der in seinen Umrissen ihm so ähnliche Llanquihue-See, und dafs er erst durch den von Süden erfolgten Einbruch des Oceans in das innere Meer von Chiloé einbezogen worden sei. Die Boca von Reloncaví würde dann also eine Art ehemaligen Binnensee-Fjords darstellen, wie sie Ratzel<sup>2)</sup> von den nordamerikanischen Seen beschrieben hat.

\*                      \*

Nach vierzehnstündiger Fahrt von Puerto Montt aus wurde das Nordende der Boca erreicht, wo eine Reihe von Häuschen mit den zugehörigen «chacras» zu beiden Seiten der Mündung des Petrohue-Flusses sich hinziehen. Sie werden von den in den benachbarten Wäldern arbeitenden Holzfüllern bewohnt, und zwar zählt man im ganzen etwa 20 Familien, die zumeist aus Chiloé oder den benachbarten Inseln stammen, und deren teils baskische, teils echt spanische Namen, wie Uribe, Oyarzun, Soto, Villegas usw., sich in Chiloé und Llanquihue merkwürdig oft wiederholen. Der Komplex dieser Ansiedlungen ist heute unter dem Namen Ralun bekannt, demselben, den seit den Zeiten der Jesuitenmissionäre die halbkreisförmige Bai führt, an deren Gestade sie liegen. Rings umschliessen hohe Berge die Bai, nur in der Nordrichtung wird deutlich eine Einsenkung sichtbar, durch welche der Weg an den Todos los Santos führt. Am höchsten türmen sich die Gebirge an der Westseite auf, wo die Ausläufer der mit einzelnen Spitzen bis in die Region des ewigen Schnees ragenden Cerros Rollizos an das Meer herantreten; auch im Norden und Osten ist das hinter dem Strande aufsteigende Terrain gebirgig und mit dichtem Urwald bedeckt, und wird durch drei gröfsere Wasseradern durchschnitten, nämlich den Rio Petrohue, der den Abflufs des Todos los Santos in die Boca darstellt, und weiter nach Osten durch den Rio Reloncaví und Rio del Este. Der Landverkehr am Gestade der Bai von Ralun ist nur auf beschränkte Strecken hin möglich, während der Wasserverkehr, der von den hier ansässigen Leuten entschieden bevor-

<sup>1)</sup> Hettner, a. a. O., S. 236.

<sup>2)</sup> Petermanns Mitteilgn. 1880, S. 387 ff.

zugt wird, in unmittelbarer Abhängigkeit von der Gezeitenbewegung steht. Bei anströmender Ebbe wird der Nordrand der Bai auf mehrere hundert Meter freigelegt, so daß der Raum vor der Mündung der Flüsse dann eine breite Zone weichen Schlammes mit zahlreichen herabgeschwemmten Baumstämmen bildet, welche von einzelnen tieferen Rinnen, in denen das Flufswasser sich seinen Weg bahnt, durchzogen wird. Zu dieser Zeit ist es schwer, selbst mit flachgehenden Booten, in den Rio Petrohue einzudringen. Der Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser in der Bai von Ralun beträgt nach Vidal Gormaz 3,5 bis 6 m; das Wasser ist hier wenigstens an der Oberfläche schon beinahe vollständig ausgesüßt.

Ich benutzte den Aufenthalt in Ralun, den die Beschaffung von Pferden und Trägern für den Weitermarsch unentbehrlich machte, um den Rio Petrohue eine Strecke aufwärts zu verfolgen und die aus der Beschreibung C. Juliet's, des Begleiters der Vidal'schen Expedition, bekannte sogenannte Vigueria aufzusuchen. Diese Vigueria (wörtlich: Balkenwerk, Gebälk) bezeichnet den steilen Nordabfall der Cerros Rollizos in das untere Petrohue-Thal mit vegetationsfreien Felswänden, deren Gestein auf die Erstreckung von mehr als  $\frac{1}{2}$  km Länge außerordentlich schön ausgeprägte säulenförmige Absonderung zeigt. Den Charakter des Gesteins hatte Juliet als trachytisch bestimmt; nach der petrographischen Untersuchung der von mir gesammelten Handstücke ist dasselbe indessen ein den Andesiten nahestehender Plagioklas-Basalt. An den am regelmäßigsten ausgebildeten Stellen reihen sich 6—8kantige Prismen von 30—40 cm Durchmesser und 20—25 m Höhe in vollkommen vertikaler Anordnung aneinander; zuweilen sind die oberen Teile bogenförmig geknickt, so daß portalähnliche Bildungen entstehen.

Soviel sich erkennen liefs, setzen sich die dunkelgrauen, beinahe schwarzen Basalte des rechten Ufers noch weiter flufsaufwärts fort, während auf der gegenüberliegenden Seite des Flusses bereits die für das Gebiet des Todos los Santos charakteristischen Granitite beginnen.

Auf diesem (linken) Ufer des Rio Petrohue, von der Vigueria etwa eine Viertelstunde flufsaufwärts zu rudern, befindet sich die sogenannte Terma de Petrohue, eine von den vielen im Bereich der Boca de Reloncaví und ihrer Zuflüsse auftretenden Mineralquellen, deren praktische Bedeutung indessen ziemlich gering ist.<sup>1)</sup>

Der Weg von Ralun den Rio Petrohue aufwärts ist, wenn auch mit großen Schwierigkeiten, gangbar. Er umgeht westlich die Steilabfälle der Vigueria und erreicht das Flufsufer an der Stelle, wo der Petrohue eine secartige Erweiterung von etwa 2,5 km Breite bildet, um dann den vielfachen Windungen

<sup>1)</sup> Darapsky, Las aguas minerales de Chile (Valparaiso 1890), S. 105—110, stellt ausführliche Notizen über sämtliche im Umkreis der Boca Reloncaví bisher bekannten Mineralquellen zusammen.

desselben über weite Lavafelder, die wohl die Ausläufer des Vulkans Osorno darstellen, zu folgen. Der Petrohue empfängt auf dieser Seite den vom Callueo herabkommenden Rio Hueñu-Hueñu, dessen Lauf von Juliet bei seiner Besteigung des genannten Berges rekognoscirt wurde. Nach Aussage des mich als Führer begleitenden Herrn A. Wittwer aus Puerto Montt, welcher von Ralun am Petrohue entlang bis an den Todos los Santos gereist ist, soll das rechte Ufer des Petrohue überall passirbar sein, mit Ausnahme einer kurzen Streeke, wo es nötig ist, einen steil zum Flußbett abfallenden vulkanischen Berg (cerro Telles?) zu umgehen. Auch der Schifffahrt bieten sich in dem weitaus größten Teil des Mittelauflaufs keinerlei Hindernisse; der Ausfluß aus dem Todos los Santos dagegen wird durch eine Reihe von Schnellen unbrauchbar gemacht, und der Unterlauf nahe der Mündung enthält zahlreiche Klippen und Strudel; außerdem ist das Einfahren in denselben nur mit steigender Flut zu bewerkstelligen.

Der Rio Petrohue umfließt in weitem, nach Osten geöffnetem Bogen ein hohes Gebirge, die im allgemeinen nord-südlich streichende Cordillera de Santo Domingo, deren Ostflanke durch eine Einsenkung des Terrains begrenzt wird, die man wohl als Fortsetzung der tiefen Spalte des Reloneaví-Fjords auffassen darf. Wir bemerkten schon von Ralun aus die im Norden sichtbar werdende Öffnung in der Gebirgsumrandung der Bai und erwähnten den von dort herabströmenden Rio Reloneaví, dessen Thal der nach dem Todos los Santos führende Weg, vielfach den Fluß durchkreuzend, verfolgt. Diese Senke ist keineswegs gleichmäfsig tief in das Gebirge eingeschnitten; von Ralun aus (im Niveau des Meeres) allmählich ansteigend erreicht sie in der «Cabeza de Vaea» genannten Bodenschwelle, welche die Wasserseide zwischen dem nach S. abfließenden Rio Reloneaví und dem zum Cayutué-See eilenden Rio Caehimba darstellt, nach Vidals Messungen 452 m ü. M. Von da aus geht es abwärts im Thal des Rio Caehimba bis an den genannten See, der nach einer von Juliet mitgetheilten Angabe 237,8 m Meereshöhe<sup>1)</sup> besitzt. Der Weg führt durch dichten Urwald, ist aber schon ausgetreten genug, um mit Pferden hindurehzukommen; wir legten die Streeke von Ralun bis zur Mündung des Rio Caehimba in den Cayutué-See in fünf Stunden gemächlichen Reitens zurück.

Im W. erhebt sich mit steiler Böschung die Kordillere von Santo Domingo, deren centraler Teil sich aus jungvulkanischen Massen aufbauen muß. Wenn man nämlich den Cayutué-See westlich umreitet, passirt man ein aus feinem vulkanischen Sand mit dazwischen gelagerten, Spuren der Wasserwirkung zeigenden

---

<sup>1)</sup> In Vidals «Jeografía Nautica» (l. c. S. 94) findet sich die wohl auf einem Druckfehler beruhende Angabe von 138 m, die übrigens auch auf Dr. Martin's Karte in Pcterm, Mitt. 1880 wiederkehrt. Ich machte sowohl an der Mündung des Rio Cachimba wie an dem nördlich gegenüberliegenden Ausfluß des Sees Barometerablesungen an dem von mir mitgeführten Goldschmid'schen Mikroskop-Aneroid (No. 1538), die, verglichen mit den korrespondirenden Beobachtungen des Herrn Dr. Martin in Puerto Montt, eine Höhe des Sees von 221,1 m über Puerto Montt ergeben

Lavablöcken bestehendes Terrain, in welches die Bergwässer tiefe Schluchten eingerissen haben. Diese Stelle fiel bereits dem P. Menendez auf, und er schreibt im Tagebuch seiner ersten Reise (1791), daß hier ein großer «derrumbe» stattgefunden habe, der weite Strecken von Wald und Berg zerstört und den Wasserspiegel des Cayutué-Sees, wie man an den ringsumgebenden Bäumen sehen könne, um «drei Mannslängen» erhöht habe. Die aus einer dieser Schichten stammende Gesteinsprobe zeigt einen Plagioklas-Basalt, der den an der Vigueria und am W.-Ufer der Ensenada de Cayutué beobachteten Basalten verwandt ist.

Der noch übrige Teil des Weges bis an den Todos los Santos wird in 1 1/2 stündigem Ritt zurückgelegt. Er führt am linken Ufer des den Cayutué-See nach N. zu entwässernden Flusses teils durch dichten Wald, teils durch eine breite, sumpfige Ebene und endigt an der Südspitze der zum Todos los Santos gehörigen Bai von Cayutué.

\* \* \*

Der Todos los Santos-See stellt ein langgestrecktes, etwas über 25 km in West-Ost-Richtung verlaufendes Seebecken mit zipfelförmigen Ausbuchtungen nach Norden und Süden dar. Seine größte Breite erreicht er am westlichen Ende (bis zu 7 km), während er in seinem mittleren Teil 5 km Breite nicht übersteigt und nach dem Ostende zu sogar noch schmaler wird. Aus dem Kranze der gewaltigen Gebirgsmassen, die auf allen Seiten mit steiler Böschung zum Seebecken abstürzen, heben wir zunächst die das Nordufer begrenzende Kette heraus, die von der mächtig hohen Einsattelung, welche sie von dem Vulkan Osorno trennt, über die charakteristisch geformten Gipfel der Picada und des Puntigudo nach Osten zieht und allmählich nach Norden umbiegend sich mit der Hauptkordillere zusammenschließt. Innerhalb dieser Gebirgsmauer tritt vor allem der durch seine hornförmig über die Kammlinie aufragende Spitze gekennzeichnete Puntigudo hervor<sup>1)</sup>. Für seine Höhe liegen verschiedene Angaben vor. Señoret<sup>2)</sup> schätzt die absolute Höhe auf nicht über 1500 m, Cox auf 1800 m; Vidal giebt den Boñechemó, Puntigudo und Techado Höhen zwischen 1800 und 2000 m, Dr. Martin setzt den Puntigudo zu 2500 m an. Nach meiner Schätzung erhebt sich der Gipfel dieses Berges etwa 1600 m über das Niveau des Todos los Santos, also etwas weniger als 1800 m ü. M. Der Absturz seines gewaltigen Horns nach Süden und Osten ist außerordentlich

<sup>1)</sup> Moraleda und Vidal Gormaz (s. die Skizze, welche seiner Karte des Estero de Reloncaví beigelegt ist) nennen übrigens den von dieser Stelle aus sichtbaren Berg mit der charakteristischen Spitzform «Cerro Boñechemó», während Döll, Fonck und Cox ihn als Puntigudo bezeichnen. Die Einheimischen nennen ihn in der verderbten Form «Puntudo». Auf Dr. Martin's Karte erscheint der Puntigudo zu weit westlich verschoben. Ich erhielt bei der Peilung von unserem Lagerplatz an der Südspitze der Ensenada de Cayutué für die Spitze des Puntigudo 342°.

<sup>2)</sup> Exploracion del Rio Rahue i del Lago Rupanco. (Anuario hidrográfico VIII, S. 201.)



jäh, wie ich auf einer vom Seeufer aus in die ihm vorgelagerten Höhen unternommenen Exkursion beobachten konnte. An diesen Steilhängen findet auch der Schnee keinen Halt mehr, während weiter abwärts Raum für gewaltige Schneefelder ist, welche in diesem Jahre den Rumpf des Berges bis fast zur halben Gesamthöhe bedeckten. Die außerordentlich niederschlagsreichen Tage, während deren ich den Puntagudo beobachten konnte, erlauben allerdings keinen Schlufs auf die Höhe der Firngrenze an demselben zu machen. Auf dem Ostabhang entspringt ein in SSW-Richtung zum Todos los Santos hinabeilender Fluß, der, soviel ich sehe, nur auf der Karte von Cox angedeutet ist. An seiner Mündungsstelle erweitert sich das Ufer zu einem geräumigen, aus schwarzem Sand bestehendem Strande, welcher von deutschen Kolonisten zur Anlage eines Corral (d. i. ein umzäunter Platz, in welchem das Vieh zusammengetrieben wird) und eines Blokhäusens zur notdürftigen Unterkunft und zur Aufbewahrung der «Charqui» benutzt worden ist. Dieser sich auf die Streeke von etwa  $\frac{1}{2}$  km Länge hinziehende niedere Strand ist dem ca. 50 m hohen Südfall einer nach N zu ansteigenden Platte vorgelagert, welche sich aus jüngeren vulkanischen Materialien zusammensetzt und mit niedrigen Myrtensträuchern und Moosen bewachsen ist. Weiter landeinwärts beginnt wieder der undurchdringliche Wald, durch den sich die Vaqueros auf der Jagd nach dem verwilderten Vieh ihre kaum erkennbaren Pfade gebahnt haben. Wir benutzten dieselben, soweit es möglich war, um in der Richtung auf den Puntagudo zu vorzudringen, mußten aber bald wieder in das Thal des Flusses hinabsteigen, der hier als ein breites Wildwasser dahinströmt und eine gewaltige Menge großer Diabasblöcke in seinem Bett hinabrollt. Wahrscheinlich setzt sich also das Massiv des Puntagudo aus diesen das Grundgebirge durchsetzenden Diabasgesteinen zusammen, während ich am linken Ufer des erwähnten Flusses bereits wieder die für die ganze Umrandung des Todos los Santos charakteristischen Hornblendegranite antraf.

Die eben beschriebene kleine Strandebene ist die einzige von einiger Bedeutung am Nordufer des Sees, denn sowohl im Osten wie im Westen treten die Berge wieder mit steilen Hängen unmittelbar an das Gestade heran. Es ist z. B. dem Besitzer des oben erwähnten Corral trotz vielfacher Anstrengungen unmöglich gewesen, eine Überlandverbindung nach einem anderen ihm gehörigen Häuschen an der NW-Ecke des Sees herzustellen. Gehen wir weiter nach Osten, so finden wir das Ufer unterbrochen durch einen breiten Einschnitt, aus welchem ein in seinen oberen Teilen noch gänzlich unerforschter Fluß heraustritt; vor einigen Jahren haben die Herren A. und F. Briede aus Puerto Montt den Versuch gemacht, zu Boot und weiterhin zu Lande durch diese Öffnung nach Norden vorzudringen, aber mit schlechtem Erfolg.

Östlich von diesem Einschnitt schiebt sich das Massiv des in seinem oberen Teil durch einen Zackigen Vorsprung gekennzeichneten Cerro

Boñechemó bis an den See vor, dessen Nordufer dadurch eine starke Ausbuchtung nach Süden erleidet. Der Boñechemó ist niedriger als der Puntiaquedo und trägt nur unbedeutende Schneeflecken in den Vertiefungen seiner obersten Partien. Auf der nach SW zugekehrten Flanke bemerkt man gewaltige Schuttfelder, die wohl auf Abrutschungen und Abstürze von Felsmassen hindeuten, ähnlich wie bei dem schräg gegenüber am Südufer aufragenden Cerro del Derrumbe, auf den ich später zu reden komme. Seine steilen Hänge lassen nur hin und wieder Platz für kleine flache Stellen am Ufer, die im Falle eines Sturmes einen notdürftigen Zufluchtsort bieten können. Weiß-grauer, stark verwitterter Granit setzt die Felswände zusammen, von denen einzelne Riesenblöcke abgesprengt zu sein scheinen, die jetzt in geringer Entfernung vom Ufer aus dem Wasser emporragen.

Wir nähern uns nunmehr dem nordöstlichen Endzipfel des Sees, wo die Steilhänge der beiden Ufer zusammenzutreten beginnen und den Wasserspiegel in die Form eines nach N zu immer schmäler werdenden Thals einengen. Hier empfängt der Todos los Santos zwei seiner hauptsächlichsten Zuflüsse, nämlich den seit den Zeiten des P. Lagunas und P. Guillermo bekannten Rio Peulla von Osten her, und einen von mir zuerst näher erkundeten Fluß, der aus den Waldbergen von Norden herabkommt. Die Mündung und das Thal des Peulla ist mehrfach genau beschrieben worden, zuletzt wohl von Cox, welcher diesen Fluß bis zu seinem Ursprung an einem Gletscher des Cerro Tronador verfolgt hat. Schon eine geraume Strecke, bevor man die eigentliche Mündung des Peulla erreicht, macht sich die Trübung des im allgemeinen smaragdgrünen <sup>1)</sup> Sees durch das lehmfarbene Gletscherwasser des Flusses bemerkbar, und die Einfahrt in denselben ist durch zahllose Sandbänke und kleine rohrbewachsene Inseln behindert. Da unser Fahrzeug ein tiefgehendes Kielboot war, gebrauchten wir viele Stunden, um in dem Labyrinth von Flusssarmen die tiefsten fahrbaren Kanäle aufzusuchen und mußten schließlich doch noch das Boot eine beträchtliche Strecke über Sandbänke fortziehen, um an das Ufer zu gelangen. Der Peulla kommt, wie gesagt, von Osten herab, und in dem Winkel, in welchem sein Südufer mit dem nord-südlich verlaufenden Ostufer des Sees zusammenstößt, schiebt sich eine niedrige, von einem Wäldchen und undurchdringlichem Quila- und Colégue-Dickicht bestandene Landzunge vor, welche augenscheinlich das Produkt eines großen Bergsturzes ist, der von einer nahezu senkrecht dahinter aufsteigenden, vegetationslosen Felswand gewaltige Bergmassen in den See hinabgeschleudert hat. Vielleicht hat der Peulla selbst diese Bergwand unterwaschen; jedenfalls wird er über kurz oder lang die flache Landzunge fortgerissen haben. Es wäre unmöglich, bestimmte Angaben über die Einfahrtsmöglichkeit

---

<sup>1)</sup> Weshalb Muñoz Gamero die alte Bezeichnung «Lago de Todos los Santos» in «Lago Esmeraldas» umänderte. Die indianische Benennung soll einfach «Piehi-lavquen», d. h. kleines Wasser, gewesen sein im Gegensatz zu den vielen größeren Seen in der Umgebung.

in die Peulla-Mündung zu machen, da die Veränderlichkeit der leicht beweglichen Sedimente, welche dieser Fluß in ungeheurer Menge in den See schüttet, und zwischen denen natürlich die Richtung und Tiefe der Wasserkanäle fortwährend wechselt, außerordentlich groß ist. Jeder starke Regen bringt bedeutende Veränderungen in der Zahl und Richtung der Mündungsarme hervor. Die Breite des Flußbettes ist an der Ausfluß-Stelle nicht unter 800 m; die von uns gemessene Geschwindigkeit an der Oberfläche war nicht übermäßig stark; sie betrug  $1\frac{1}{3}$  m in der Sekunde.

Nachdem man den ersten Mündungsarm des Peulla passiert hat, läßt sich bereits an der Färbung des Wassers das Hinzutreten eines mächtigen Flusses von ganz anderem Charakter als der erstere erkennen. Von Norden kommend, führt derselbe einen breiten Streifen tiefen, dunkelgrünen Wassers den milchigtrüben Fluten des Peulla zu, die dadurch von dem westlichen Steilufer des vereinigten Stromes abgedrängt werden; die Grenze beider Gewässer läßt sich eine ganze Strecke weit genau verfolgen. Dr. Fonek erwähnt übrigens diesen Fluß mit kurzen Worten in dem Bericht über seine Reise vom Jahre 1856, und da ich denselben, soweit es möglich war, befahren habe, so will ich hier einige Notizen über die von mir gesehene Strecke seines Laufes anfügen. Kurz vor der Vereinigung mit dem Rio Peulla umströmt der in Rede stehende Fluß einen niedrigen Höhenzug, der sich in Ostwest-Richtung quer in das Strombett vorschiebt, und an dessen steil abstürzenden Granitwänden man unmittelbar entlang fahren kann. Eine kurze Strecke weiter aufwärts erweitert sich das bisher ca. 500 m breite Flußthal auf das Doppelte und bildet eine seeartige Ausbuchtung mit zahlreichen kleinen Inseln, auf denen eine außerordentlich üppige Vegetation gedeiht. Die Tierwelt ist hier durch eine Reihe von Wasservögeln, wie die Quétrus, die Hualas und Patos reales, durch Schwärme von kleinen grünen Papageien, wilden Tauben und Wasserreiher vertreten. Beide Ufer sind eingerahmt von Waldbergen, die bis zur Höhe von etwa 600 m aufragen, und an deren Fuß sich meist eine breite Zone dicht bewachsenen Schwemmlandes entlang zieht. In den Bergwäldern bemerkten wir als vorherrschenden Baum die Robles und Lingues, nur vereinzelt finden sich in höheren Regionen Alceebestände; das Flachland am Flußufer ist mit Quila und Colégue, mit Murta-Arten (besonders dem Lumabaum) und Fuehsia-Gebüsch auf das dichteste bewachsen. Es war uns wegen des verhältnismäßig hohen Wasserstandes möglich, den Fluß ungefähr 12 km aufwärts zu befahren, dann aber setzte die Häufung der herabgeschwemmten Baumstämme und eine Reihe von Schnellen der Weiterfahrt ein Ziel; auch die darauf unternommene Rekognoseirung zu Lande konnte nicht viel weiter führen, da die Flußufer immer näher zusammentreten und schließlich steil in das Flußbett abfallende Felswände bilden, welche keine Möglichkeit lassen, in demselben vorwärts zu dringen. An verschiedenen Stellen sieht man deutliche Spuren von der Veränderlichkeit der Wasserfälle; bis zu mehr als 6 m über dem

gegenwärtigen Niveau finden sich in den Baumästen hängende Gräser usw., die nur durch das Flußwasser dorthin gebracht sein können. Granit setzt die Uferfelsen zusammen.

Soweit von dem nördlichsten von uns erreichten Punkte aus zu erkennen war, entsteht der Fluß aus der Vereinigung von zwei Bergwässern, deren eines von NW, das andere von NE herabkommt, und unter denen das erstere am bedeutendsten zu sein scheint. Sein klares, blau-grünes Wasser bewahrt er auch in seinem Oberlauf; es ist also wenig wahrscheinlich, daß er in einem Gletscher der Kordillere seinen Ursprung nimmt.

Die unausgesetzte Bewölkung des Himmels gestattete uns nur für kurze Minuten, während der Fahrt auf dem See in der Nähe der großen Insel, das ganze Panorama der den Todos los Santos im Osten umrahmenden Kordilleren zu überschauen. Aus der geschlossenen, nord-südlich ziehenden Gebirgsmauer hebt sich in der nördlichen Hälfte vor allem das mit ewigen Schnee geschmückte Dach des Cerro Techado heraus, während im SE alle vorliegenden Berge durch die drei Gipfel des Monte Tronador überragt werden, der bereits die interoceanische Wasserscheide und mithin, laut dem Vertrage von 1881, die chilenisch-argentinische Grenze trägt. Aus den Gletschern des Tronador entstehen, soviel bisher bekannt, drei größere Flüsse: 1. der in die westlichste Ausbuchtung des Nahuelhuapi fallende Rio Frio, 2. der Rio Peulla und 3. der Rio Blanco, den wir nunmehr etwas näher betrachten wollen.

Der Rio Blanco mündet, wie bekannt, in die südöstlichste, zipfelförmige Ausbuchtung des Todos los Santos ein und stellt nächst dem Peulla dessen bedeutendsten Nebenfluß dar. Das zwischen den Mündungen dieser beiden Ströme sich hinziehende Seeufer unterscheidet sich in nichts von dem oben geschilderten Charakter der Nordküste; auch hier haben wir steil abfallende Granitfelsen, vom Gipfel bis zum Scespiegel mit undurchdringlichem Wald bewachsen, dessen monotones Grün häufig durch den Silberfaden einer Kaskade unterbrochen wird. Einer Angabe des chilenischen Kapitäns Valverde<sup>1)</sup> zufolge soll es möglich sein, diese Uferstrecke auf dem Landwege und zwar in zwei Stunden zurückzulegen, allein der Augenschein lehrt sofort die vollkommene Unzugänglichkeit dieses Gestades, und nur wo es sich der Mündung des Peulla nähert, sind kurze Strecken ebenen Strandes erkennbar. Derselbe Kapitän Valverde zieht in dem Bericht über seine Expedition zur Aufsuchung des Buriloche-Weges ohne Bedenken die Möglichkeit in Betracht, von der Mündung des Rio Blanco aus den seit der ersten Reise des P. Menendez (1791) bekannten Weg zu erreichen, welcher von Ralun über den Cayutué-See, Rio Concha und Rio Quita-calzones in das Thal des oberen Rio Blanco führt, und zwar berechnet er die Entfernung

<sup>1)</sup> Boletín del Inst. Geogr. Argentino, Tom. VI cuad. X (1885), S. 301.



zwischen Todos los Santos und Cayutué auf diesem Wege zu 31 km und 17 Reise-  
stunden.<sup>1)</sup> Dagegen hat mich eine zweitägige Exkursion vom Todos los Santos  
den Rio Blanco aufwärts überzeugt, daß diese Route, wenn sie nicht überhaupt  
unmöglich ist, so doch die außerordentlichsten Schwierigkeiten bietet, und auf  
keinen Fall weder heutzutage für eine Reise von Ralun nach Nahuelhuapi in  
Betracht zu ziehen ist, noch auch den von den Jesuiten benutzten Buriloche-Pafs  
darstellt. Durch das etwa 2 km breite Felsenthor in die nach S gerichtete  
Öffnung eindringend, kann man den Fluß zunächst auf die Strecke von 2—3 km  
ohne Hindernis aufwärts verfolgen, wobei man am Ostufer einen flachen Land-  
vorsprung passirt, hinter dem sich eine von Osten herabsteigende, enge Felsen-  
kluft öffnet, in deren Hintergrund die mächtigen Eisfelder des Tronador sichtbar  
werden. Nach unserer Schätzung reichten dieselben etwa bis 1200 m über unseren  
Standpunkt hinab. Bei der Weiterfahrt macht sich nun bald derselbe Fluß-  
charakter geltend, den wir an der Mündung des Peulla kennen gelernt haben.  
Das Wasser wird allmählich milchig trübe, und zahlreiche kleine Inseln und Sand-  
bänke treten auf, zwischen denen man vorsichtig die tiefsten Kanäle aufzusuchen  
hat. Die schroffen Abstürze der Granitfelsen beider Ufer lassen keine Möglich-  
keit zu, am Lande vorwärts zu dringen; nur hin und wieder bietet sich eine  
kurze Strecke flachen Strandes, mit Rollsteinen und angeschwemmten Hölzern  
bedeckt, den Rudern zum Ausruhen dar. Weiter aufwärts macht sich ein sehr  
unangenehmes Hindernis für die Befahrung des Flusses geltend, nämlich die zahl-  
losen das Flußbett auf mehr als 1 km Länge durchsetzenden, in aufrechter  
Stellung teils unter Wasser befindlichen, teils unmittelbar darüber emporragenden  
Baumstümpfe, die Überreste eines jener vielen im Umkreise des Todos los Santos  
auftretenden, von Fluß- und Seewasser bedeckten toten Wälder, auf welche wir  
später noch zu sprechen kommen. Endlich setzen die immer reißender werdende  
Strömung, die Schnellen, Wirbel und Baumstämme jedem Versuch, zu Wasser  
aufwärts zu dringen, ein Ende, und man ist darauf angewiesen, soweit es über-  
haupt möglich ist, sich am Ufer durch die dichten Quila- und Colégue-Büsche  
fortzuarbeiten. Spuren früherer «macheteaduras» sind nirgends zu finden. An  
dem südlichsten Punkte, den wir erreichten, war der Fluß etwa 50 m breit und  
strömte in vielen Windungen, stellenweise Stromschnellen bildend, dahin. Die  
Ufer treten mit steiler Böschung unmittelbar an das Flußbett heran, welches  
dadurch die auch für die Ströme des mittleren Chile typische kastenartige Form  
(daher die Bezeichnung «cajon», «encajonado») erhält.

Wir haben also gesehen, daß das kastenförmig in die Gebirgsmauer  
südlich vom Todos los Santos eingeschnittene Thal des Rio Blanco keine für den  
Verkehr brauchbare Wasserstrasse darstellt; auch der übrige Teil des Südufers  
ist durch einen undurchdringlichen Wall hoher Bergmassen verschlossen, und erst

---

<sup>1)</sup> Ebenda, S. 303.

wo die große, durch den Reloncaví-Fjord und weiterhin die Senke des Cayutué-Sees gekennzeichnete meridionale Spalte an den See herantritt, öffnet sich das Ufer in der ungefähr  $2\frac{3}{4}$  km breiten und gegen 6 km nord-südlich verlaufenden Ensenada de Cayutué, an deren Südspitze der Abfluß des gleichnamigen Sees nach Überwindung einer in der dichten Vegetation halbversteckten Stromschnelle einmündet. Nur an wenigen Punkten lassen die Uferwände Raum für einen kleinen Landungsplatz, wie z. B. an der SW.-Ecke, wo der Weg von Ralun den Todos los Santos erreicht. Hier befand sich auch unsere Lagerstätte, eingeeignet zwischen dem Seegestade und dem östlichen Steilabsturz der Cordillera de Santo Domingo, deren urwaldbestandene Gehänge von hier aus unersteiglich sind. Am Ufer liegen zahlreiche Basaltblöcke zerstreut, und ein breites Feld desselben Gesteins, das den an der Vigneria beobachteten Basalten nahe verwandt zu sein scheint, zieht sich von der Cordillere bis in den See hinab.

Das Ostufer der Ensenada zeigt gleichfalls außerordentlich jähe Abstürze einer anscheinend aus altpaläozoischen Gestein bestehenden Berggruppe, in welcher der Cerro del Derrumbe kulminiert, dessen Höhe ich auf etwa 1500 m schätzte. Dieser Berg hat an der nach W. gekehrten Hälfte seines Gipfels einen kolossalen Einsturz, auf den auch sein Name hindeutet, *erlitten*; man erkennt oberhalb der Waldgrenze beginnende Schuttfelder, die sich in breiten Streifen bis tief hinab erstrecken und weithinsichtbare Risse in der dichten Vegetation bilden. Es wiederholen sich also hier die bereits am Cerro Boñechemó und an der Bergkette von Quellappe beobachteten Erscheinungen.

Im Wasser längs dem Ufer der Ensenada sieht man eine große Zahl abgestorbener Baumstämme, die teilweise noch über das Niveau des Sees aufragen und fast ausnahmslos ihre aufrechte Stellung bewahrt haben, woraus ersichtlich ist, daß sie in ihre jetzige Lage weder hingeschwemmt, noch durch Abstürze gelangt sein können, sondern daß sie Reste von Wäldern sind, die an eben diesen Stellen gewachsen und später vom Wasser überdeckt worden sein müssen. Diese Erscheinung beobachteten bereits Muñoz Gamero und Dr. Fonck; der letztere weist darauf hin, daß sich diese Baumstümpfe immer da zeigen, wo am Ufer flacher Strand ist und keine Felshänge auftreten. Besonders zahlreich sah ich die toten Baumstämme an der Nordküste des Sees; auch in der Mündung des Rio Blanco und am Gestade der Ensenada de Cayutué finden sie sich, wie erwähnt, in dichten Reihen wieder. Jedenfalls deutet dies darauf hin, daß das Wasser dem Land gegenüber im ganzen Umkreise des Seeufers an Bereich gewonnen hat; und in der That hat die stetige Erhöhung des Wasserspiegels nichts Unwahrscheinliches, wenn man sich die große Menge wasserreicher Zuflüsse des Todos los Santos vergegenwärtigt, denen die Verdunstung und der einzige Abfluß durch den Rio Petrohue nicht die Wage halten kann.

Wir erreichen schliesslich den westlichen Rand des Todos los Santos, über welchem unmittelbar der imposante Kegel des Osornovulkans aufsteigt, der sich also vom See aus in seiner ganzen grosartigen Regelmässigkeit vom Fufs bis zum Gipfel präsentiert. An seinem Südenste steigt der Berg fast unmerklich aus der tiefen Einsattelung an, die ihn von dem aus Juliet's Beschreibung bekannten Massiv des Calbuco trennt, und die so niedrig ist, dafs man vom Todos los Santos aus durch diese Lücke den sogenannten Pichi-Juan, einen kleinen konisch geformten Berg, mit welchem die Ausläufer des Calbuco an den Llanquihue-See herantreten, gewahren kann. Die Neigung der Gehänge beträgt in diesem untersten Teil des Südfufses keine  $10^0$ ; dann wird der Anstieg allmählich steiler bis zu einer kleinen buckelförmigen Erhöhung, die sich etwa in der halben Gesamthöhe des Berges bemerkbar macht, und oberhalb welcher die sich bis zum Gipfel hinziehenden Eisfelder beginnen. Weiter oberhalb wird die Böschung sehr steil und macht den Aufstieg, wie Dr. R. A. Philippi berichtet, zu einem äufserst beschwerlichen. Derselbe Gelehrte bestimmte die Firngrenze am Osorno zu 4500 P.-F. (1462 m), eine Zahl, die jedenfalls als Ausdruck der normalen Verhältnisse anzusehen ist;<sup>1)</sup> im vergangenen, sehr niederschlagsreichen Sommer hielt sich die Schneedecke stets nur wenig über der halben Höhe des (nach Vidal Gormaz) 2257 m erreichenden Vulkans. Der Osorno gehört zu der vulkanischen Zone, welche sich unmittelbar am Westrande der Hauptkordillere in Nord-Süd-Richtung entlang zieht, und innerhalb deren weiter nördlich z. B. der Lonquimaí, der Llaima, Villarica und Riñihue zu nennen sind. Ein Zeugnis über die vulkanische Thätigkeit des Osorno finden wir schon bei Moraleda (1793). Er berichtet, dafs der bei den Indianern von Chiloé unter dem Namen «Hueñauca» und bei den Eingeborenen von Valdivia als «Purarrahue» bekannte Berg<sup>2)</sup> seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts bis zum Jahre 1778 oder 79 mehr oder minder heftige Feuererscheinungen gezeigt habe, und dafs am 9. März 1790 wieder ein Ausbruch erfolgt sei, bei welchem sich auf dem Südost-Abhange ein neuer Krater öffnete. Nach Vidal Gormaz hätte dieser Ausbruch das Material geliefert, aus welchem der Rio Petrohue allmählich die breite Barre an seiner Mündung in der Bai von Ralun zusammenhäufte, denn eine spanische Karte vom Jahre 1795 verzeichnet noch Tiefen von 30—45 brazas in dieser Bai, wo heute die bei Ebbe ganz freiliegende, aus feinzerriebenen vulkanischen Massen gebildete Flufsbank auftritt. Im Januar 1835 verzeichnete Fitzroy<sup>3)</sup> einen neuen Ausbruch des Osorno; seit 1851 soll nach Dr. Fonek's Angabe (i. J. 1866) Ruhe eingetreten sein. Als Dr. R. A. Philippi und Döll i. J. 1852 den Gipfel erstiegen, erblickten sie in

<sup>1)</sup> S. die Zusammenstellung der Angaben über Firngrenzenhöhen dieses Teils der Anden bei G. Schwarze, Die Firngrenze in Amerika, namentlich in Südamerika und Mexiko (Wissensch. Veröffentlichungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, Bd. I, 1891, S. 59 ff.)

<sup>2)</sup> Diese beiden Bezeichnungen sind schwer etymologisch zu erklären. Das ausserdem für den Berg gebrauchte Wort Pise oder Pise bedeutet Schneegipfel.

<sup>3)</sup> Voyage of the Adventure and Beagle, vol. II (London 1839) S. 378.

dem Krater eine kleine Fumarole und glaubten Anzeichen dafür zu finden, daß die letzte größere Eruption in einer nicht über 50—100 Jahre zurückliegenden Epoche stattgefunden haben müsse.<sup>1)</sup> Nach den freilich wohl nicht durchaus zuverlässigen Angaben, die ich von den Kolonisten der Umgegend sammeln konnte, sind auch noch späterhin (in den sechziger Jahren besonders) Feuererscheinungen und Rauchentwicklung am Osorno beobachtet worden.

Die Nordflanke des Berges und die zu der Kordillere im N. des Todos los Santos überleitende Erhebung sind aus Dr. R. A. Philippi's Beschreibung und Döll's Skizze bekannt; es geht daraus hervor, daß zwischen der NW.-Spitze des Todos los Santos und dem Rio Manao, einem Zuflufs des zum Rahue eilenden Rio Coihueco, ein Pafs existirt, der nur 3500—4000 Fufs Höhe erreicht und über öde, von Schluchten zerrissene Lavafelder führt. Es würde dieser Pafs also jedenfalls für Überschreitungen der Kordillere, die von der Stadt Osorno oder benachbarten Plätzen über Todos los Santos unternommen werden, in Frage kommen; neuerdings ist allerdings die Kordillere von Osorno aus auf einem, wie es scheint, bequemeren Wege überstiegen worden, der auf der ganzen Strecke den Gebrauch von Reittieren gestattet; und zwar führt derselbe an den Puyehue-See, dann das Thal seines östlichen Zuflusses, des Rio Golgol, aufwärts und erreicht schliesslich die NW.-Spitze des Nahuelhuapi-Sees.<sup>2)</sup>

Bedeutend tiefer als die erwähnte Depression im Nordosten des Vulkans schneidet die denselben südlich umrandende Senke in das Relief des Landes ein. Dieselbe beginnt unmittelbar am Ufer des Todos los Santos nahe dem Ausflufs des Rio Petrohue und setzt sich in einer gegen W. und SW. immer breiter werdenden Zone bis zur östlichen Ausbuchtung des Lago Llanquihue (dem sog. Puerto del Volcan) fort, bildet also eine bequeme Zugangsstrafse aus dem südlichsten Teil der grofsen Längsebene von Chile in das Innere der Kordillere von Llanquihue. Kein Punkt dieser Depression erreicht mehr als 300 m Meereshöhe; ihr westliches Ende am Llanquihue-See liegt nach meiner barometrischen Messung 123 m tiefer als das Ostende am Gestade des Todos los Santos.<sup>3)</sup> Leider wird die Brauchbarkeit der Einsenkung für den Verkehr stark beeinträchtigt durch einen die westliche Hälfte derselben fast ganz erfüllenden Sumpf, durch den sich ein Unkundiger, besonders zur Zeit anhaltender Regengüsse, nur unter den gröfsten Schwierigkeiten hindurch zu finden vermag. Die schmalere Osthälfte

<sup>1)</sup> *Anales de la Universidad de Chile* 1853, S. 107 ff.

<sup>2)</sup> Die Expedition ist im vergangenen Sommer von einem Herrn Adams aus Osorno ausgeführt worden. Ich habe leider nur ein sehr oberflächliches Croquis seines Reiseweges einsehen können. Weitere Angaben fehlen zur Zeit noch.

<sup>3)</sup> Der Todos los Santos erreicht nach Cox und Vidal Gormaz 214 m Meereshöhe, nach Dr. Philippi nur 525 P. F. Ich bestimmte die Höhe unseres Lagerplatzes am W.-Ufer nahe dem Ausflufs des Petrohue zu 184,7 m über Puerto Montt. Am Ausgangspunkt der Ebene am Puerto del Volcan fand ich 61,6 m. Letztere Ziffer erscheint im Vergleich mit den früheren Messungen etwas zu hoch. Nach Muñoz Gamero liegt der Llanquihue-See 56 m u. M., nach Vidal nur 53,5 m über dem Flutniveau des Golfes von Reloncaví.



bilden die sanft nach S. zu geneigten Ausläufer der Lavafelder des Osorno mit tief eingerissenen breiten Schluchten, deren jede in der regenreichen Jahreszeit einen Gießbach zum Rio Petrohuc hinabsendet.

Fast allen Reisenden, welche die niedere Landzunge zwischen den Seen von Todos los Santos und Llanquihue überschritten haben, hat sich die Überzeugung von dem ehemaligen Zusammenhang beider Wasserbecken aufgedrängt; auch finden die meisten von ihnen den Grund für die spätere Unterbrechung dieser Verbindung in den häufigen Ausbrüchen des Osorno, welche aus gewaltigen Massen vulkanischen Materials eine breite Landbrücke zwischen den Seen aufbaute. In der That läßt sich eine solche Abtrennung durch die am Westrande der Hochkordillere verlaufende vulkanische Hebungslinie sehr wohl denken; auch ist es wahrscheinlich, daß das Niveau des Todos los Santos auf diese Weise allmählich erhöht worden ist, eine Erscheinung, für welche wir den Beweis in den Überresten der von Wasser bedeckten Wälder gefunden haben. Die überreiche Wassermenge, welche dem nunmehr nach W. abgedämmten Becken des Todos los Santos durch die bedeutenden Zuflüsse aus der Kordillere zugetragen wurde, hat sich dann einen Abfluß gesucht durch den noch heute einzigen Abzugskanal des Rio Petrohue, der sich sein noch wenig ausmodellirtes, durch zahlreiche Schnellen gekennzeichnetes Bett zwischen der steilen Granitwand der Cordillera de Santo Domingo und den letzten Ausläufern der Osorno-Laven gegraben hat. Man hat als Seitenstück zu der durch vulkanische Aufschüttung erfolgten Trennung dieser beiden Seen die gegenseitige Abseheidung einiger in der Breite von Valdivia liegenden Randseen der Kordillere herangezogen, nämlich die zwischen den Vulkanen von Villarica und Riñihue auftretenden Lagunen Calafquen, Panguipulli, Riñihue und Pirchuaico, aus denen der Rio Calle-Calle entsteht, und deren letzterer ebenso wie der zu ihm abwässernde Laear-See quer zur Hauptrichtung der hohen Kordillere streichende, aber tief in das Innere derselben eindringende Thäler füllen. Freilich besteht hier der Unterschied, daß alle diese Seen durch Flußläufe mit einander zusammenhängen, während der Ausfluß des Todos los Santos, durch die Osorno-Laven nach Süden abgedrängt, seinen Weg direkt zum Meere (in die Boca de Reloncaví) nimmt. — Wir haben also in dem Becken des Todos los Santos ebenso wie in dem des Lago Laear eine tief in die Kordillere eingreifende Furche, zum See aufgefüllt durch Stauung infolge vulkanischer Aufschüttung und rings von steil abfallenden Felsen umschlossen. In seinem östlichen Drittel erhöht sich der Seeboden allmählich durch die großartige Sedimentablagerung der drei von mir oben näher beschriebenen großen Zuflüsse; auf einer in regelmäßigen Abständen von uns ausgeführten Tiefenmessung zwischen den Mündungen des Rio Puculla und Rio Blanco fanden wir die größte Tiefe zu 38 m nahe dem breiten Felsenthor, aus welchem der Rio Blanco heraustritt. Weiter westwärts dagegen, in der Nähe der mit Muñoz Gamero «Isla del Chivato» genannten größten Insel des Sees, erreichte unsere 147 m betragende

Lotschnur keinen Grund mehr. Leider gestattete die fortgesetzte Unruhe des Wassers nur hin und wieder, eine Tiefmessung im Todos los Santos vorzunehmen; so fand ich an der Nordküste (gegenüber der Öffnung des Rio Blanco) in 100 m Entfernung vom Ufer 47 m Tiefe, und dasselbe Resultat ergab eine Messung zwischen den beiden Inseln in der Westhälfte des Sees.

\*                      \*

Ich will hier einige Bemerkungen über die während meiner Reise beobachteten Witterungsverhältnisse anreihen, welche nur den Zweck haben, das Klima der andinen Region von Llanquihue im allgemeinen zu charakterisieren. Ich machte dreimal täglich, nämlich um 7<sup>h</sup> Vm., 2<sup>h</sup> Nm. und 9<sup>h</sup> Ab., entsprechend den von Herrn Dr. Martin in Puerto Montt gewählten Beobachtungsstunden, Aufzeichnungen über Niederschlag, Lufttemperatur, Barometerstände, Windrichtung, Windstärke und Bewölkung; da sich aber diese vereinzelt Reise-notizen nur wenig verwerten lassen, sehe ich von einer ausführlichen Mitteilung derselben ab. Was uns in dem Charakter der Witterung vor allem auffällt, ist die große Veränderlichkeit derselben. In den ersten Tagen, in denen uns das Wetter begünstigte, stieg die Lufttemperatur, welche morgens zwischen 15 und 17° C. erreichte, bis 2<sup>h</sup> Nm. auf über 20° (am 6. Februar am Ufer der Ensenada de Cayutué auf 24,4°; in Puerto Montt gleichzeitig nur 22°) und sank bis 9<sup>h</sup> Ab. wieder auf 14—15° zurück; in den regenreichen Tagen dagegen, welche wir am Rio Peulla hatten, erreichte das Thermometer morgens nur 7,5 und 8,5°, stieg bis 2<sup>h</sup> Nm. bis 12,5° und fiel gegen Abend auf 10—10,5°. Die vorherrschende Windrichtung an den heiteren Tagen war Süd, mit Neigung nach SW und WSW zu wechselnd («travesia» nennen die chilotischen Schiffer die unbestimmt zwischen Nord und Süd wechselnde Windrichtung). Sehr häufig ließen sich eine untere und eine derselben gerade entgegengesetzte obere Luftströmung deutlich unterscheiden. Am 5. Februar notierte ich um 7<sup>h</sup> Vm. unten Nord- und oben Südwind, welch' letzterer dann den Tag über die Oberhand behielt; genau das entgegengesetzte Bild bot der nächste Tag, an welchem der morgens oben wehende Nord gegen 1<sup>h</sup> Nm. die Oberherrschaft bekam und, wie gewöhnlich, Regen brachte. Damit war eine Regenperiode von vielen Tagen eröffnet, während deren die Luft meist aus N und NW wehte, und zwar gewöhnlich in Form einer starken Brise, die zuweilen in Sturm ausartete. Einen solchen Orkan (aus NW) erlebten wir am 8. Februar auf dem Todos los Santos. Der stoßweise über den See dahinfegende Wind trieb die niedrig ziehenden Regenwolken in langen vertikalen Streifen vor sich her, so daß man seine Geschwindigkeit nach den vorbeijagenden Wolkenfetzen, welche eine Strecke von 400 m in 11 Sekunden und bei besonders heftigen Stößen sogar noch etwas schneller durcheilten, annähernd abschätzen konnte. Sehr charakteristisch war das böartige Einfallen des Sturmes, wobei sich an verschiedenen Stellen der See-

fläche Wirbel bildeten, besonders in der breiten, von steilen Felsen eingefassten Mündung des Rio Blanco. Hier sah es zuweilen aus, als ob der See koehte, und der aufgewirbelte Wasserstaub war von den darüberhinfliegenden Wolken nicht zu unterscheiden. Derartige Unwetter sind außerordentlich häufig auf dem Todos los Santos und machen es dann unmöglich, denselben zu befahren. Auch unter normalen Verhältnissen bietet die Schifffahrt auf diesem Kordillerensee mancherlei Schwierigkeiten und Gefahren. Fast täglich setzen um die Nachmittagsstunden Windböen ein mit höchst unregelmäßiger Bewegung der Luft, so daß der Segler, der um diese Zeit den See befährt, den Wind nie stetig aus einer und derselben Richtung empfängt, und im Gegenteil auf plötzliche, von den verschiedensten Seiten einfallende Windstöße gefaßt sein muß. Gegen Abend flaut der Wind regelmäßig ab, und die Nacht ist die sicherste Zeit für eine schnelle und ruhige Überfahrt über dieses Gewässer.

Die Menge des Niedersehlags, welcher in Form von Regen, Schnee und Hagel in unserem Gebiete fällt, ist außerordentlich groß. Sie läßt die üppige Urwaldvegetation entstehen, die bis unmittelbar an die Grenzen des ewigen Schnees heranreicht, und bewirkt eine hochgradige Verwitterung, besonders in den aus altkrystallinischem Gestein zusammengesetzten Gebirgsregionen. Wir haben als Zeugen dieses Zerstörungsprozesses mehrfach die gewaltigen «derrumbes» erwähnt, durch welche große Stücke der Bergwände mit samt den darauf stehenden Wäldern abgerissen und in die Tiefe geschleudert worden sind. Vor allem lassen sich aber auf den Inseln inmitten des Todos los Santos die zerstörenden Einflüsse des Wassers und der Vegetation erkennen; so besteht z. B. das kleinere, im SW von der Isla del Chivato gelegene Eiland an der Ostseite fast ganz aus morphem, bei stärkerem Druck zu Grus zerfallendem Granit, und an der steilen Nordküste der größeren Insel sind die Granitfelsen in zahlreiche stark verwitterte Blöcke gespalten, deren einige, abgesprengt, in beträchtlicher Entfernung vom Ufer liegen und dem unaufmerksamen Segler gefährlich werden können.

Santiago, im Herbst 1892.

## Petrographischer Anhang.

### Bemerkungen über Gesteine aus Llanquihue.

Von Dr. R. Pöhlmann

in Santiago de Chile.

Mit einem geologischen Übersichtskärtchen.

---

Im Anschluß an die vorausgehende Arbeit und gleichzeitig zur Ergänzung derselben in geologischer Hinsicht mögen hier in allgemeinen Zügen die Resultate wiedergegeben werden, welche bei der Untersuchung der von Herrn Dr. Steffen in der Provinz Llanquihue gesammelten Gesteine gewonnen wurden.

Zur leichteren Orientirung über die Fundpunkte der Felsarten ist ein geologisches Übersichtskärtchen jener Gegend beigelegt, welches das Gebiet von  $41^{\circ}$ — $41^{\circ} 50'$  s. Br. und von  $72^{\circ}$ — $72^{\circ} 50'$  w. L. v. Gr. umfaßt; in dieser Kartenskizze sind durch die Zahlen 1—15 diejenigen Punkte bezeichnet worden, von welchen die wichtigsten der mitgebrachten, immer anstehendem Fels entnommenen Gesteine herkommen. — Bei Anfertigung des Kärtchens wurde außer der geologischen Karte von Pissis<sup>1)</sup> besonders die geologische Skizze des Südteils der Provinz Llanquihue von C. Juliet<sup>2)</sup> benutzt.

Die nachfolgenden Zeilen werden nicht die petrographische Beschreibung der einzelnen Handstücke unter Wiedergabe aller bei der Bestimmung der Felsarten im Dünnschliff beobachteten Einzelheiten enthalten, sondern es soll das Hauptgewicht darauf gelegt werden, die in der andinen Region der Provinz Llanquihue auftretenden Felsarten — soweit dies möglich ist — gruppenweise zu charakterisiren und zum Schluß einige vergleichende Bemerkungen über analoge Gesteine aus anderen Gegenden Chile's anzureihen. — Besonders kommen dem Verfasser bei dieser Vergleichung die Erfahrungen zu statten, welche er bei der petrographischen Bestimmung einer sehr umfangreichen Sammlung von Gesteinen aus der Provinz Atacama erworben hat; aber auch aus anderen Teilen Chiles, besonders dem centralen Gebiet, standen ihm Vergleichsobjekte in größerer Anzahl zur Verfügung.

---

<sup>1)</sup> Die Karte von Pissis ist in dem hier behandelten Gebiet sowohl topographisch als geologisch höchst ungenau.

<sup>2)</sup> Memoria del Ministerio de Marina, Santiago de Chile, 1871.



Die aus dem andinen, in der vorausgehenden Abhandlung topographisch näher beschriebenen Teil der Provinz Llanquihue stammenden Gesteinsproben sind durchweg eruptiven Felsarten entnommen. Sie lassen sich ihrem geologischen Alter nach in zwei wohl unterschiedene, auch petrographisch scharf getrennte Gruppen gliedern: in Gesteine, welche einem altkrystallinen, spätestens in der paläozoischen Erdperiode entstandenen Grundgebirge angehören, und sodann Felsarten jungeruptiver Natur, d. h. tertiären und posttertiären Ursprungs.

Zu den Gesteinen der ersten Gruppe gehören meistens Mitglieder der Granitfamilie; sie zeichnen sich — wie fast sämtliche chilenische Eruptivgesteine — durch Einfachheit in der Mineralzusammensetzung aus und stimmen mit den Vertretern altbekannter deutscher Granitgebiete, z. B. des Fichtelgebirges, makroskopisch und mikroskopisch fast vollkommen überein. So haben wir in den Nummern 1, 5, 6 und 9 (s. Kärtchen) Granitite,<sup>1)</sup> d. h. Gesteine, welche ein mittel- oder feinkörniges Gemenge von Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Magnesiaglimmer darstellen; als accessorische Mineralien läßt das Mikroskop Magnet Eisen, Apatit und Zirkon erkennen. In Nummer 6 findet sich außerdem etwas Titan Eisen und Titanit, während Nummer 9 auch geringe Mengen von Hornblende enthält. Der Glimmer ist zumeist grünlich gefärbt und hat Veranlassung zur Bildung chloritischer Produkte gegeben, welche den Gesteinen eine grünliche Färbung verleihen.

Die zweite Unterabteilung granitischer Gesteine umfaßt die Nummern 3, 8, 10, 14, Felsarten, welche mit Rosenbusch als Amphibolgranitite bezeichnet werden müssen. Sie führen bei mittlerem Korn die beiden Feldspate, Quarz, Hornblende und Magnesiaglimmer als wesentliche, Magnet- und Titan Eisen, Titanit, Apatit, Zirkon und — mit Ausnahme von Nummer 3 — sekundären Epidot als accessorische Gemengteile. Hornblende und Glimmer halten sich zuweilen ungefähr das Gleichgewicht, meist ist jedoch die erstere dem letzteren an Menge überlegen. Auch macht sich ein Zurücktreten des Quarzes den anderen Hauptgemengteilen gegenüber geltend, weshalb diese hornblendehaltigen Gesteine eine weit geringere Kieselsäuremenge in der Bauschanalyse aufweisen werden, als die Granitite der ersten Unterabteilung. — Verschwindet der Quarz vollständig, dann resultiren syenitische Gesteine: so liegt in Nummer 12 ein typischer Syenit vor, der sich aus einem feinkörnigen Gemenge von viel Feldspat (meist Orthoklas) und stark pleochroitischer Hornblende zusammensetzt, außerdem noch etwas Magnesiaglimmer, Titanit, Titan Eisen, Apatit und sekundären Epidot als Accessorien führt.

Es sei hier noch eines Gesteins (Handstück No. 11) Erwähnung gethan, welches zu Quarzdiorit hinneigt. Seine hauptsächlichsten Komponenten sind

---

<sup>1)</sup> Den Gesteinsbezeichnungen ist hier im allgemeinen die von Rosenbusch (Mikroskopische Physiographie II) gebrauchte Nomenclatur zu Grunde gelegt.

Quarz und Feldspat, und zwar ist letzterer größtenteils Plagioklas. Quarz und Feldspat sind oft mikropegmatitisch verwachsen. Untergeordnet, bezüglich accessorisch sind folgende Mineralien vorhanden: grüne faserige Hornblende, zersetzter Magnesiaglimmer, Magnet- und Titaneisen, Titanit, Apatit und Zirkon.

Als Ganggesteine des vorstehend in seinen Hauptvertretern geschilderten granitisch-syenitischen Grundgebirges sind folgende zu erwähnen: No. 2 ist ein (zweiglimmeriger) Granit, welcher, wie die Etiquette sagt, gangförmig in No. 1 auftritt. Das grobkörnige Gestein wird aus Quarz, zwei Feldspaten, Kali- und Magnesiaglimmer als wesentlichen, Apatit und Zirkon als unwesentlichen Gemengteilen gebildet. — Die Gesteinsproben mit den Nummern 6a und 13 sind Diabase (ersterer gangförmig in No. 6). Es sind grünlich graue, feinkörnige Gesteine, hauptsächlich aus Plagioklas und Augit zusammengesetzt; letzterer hat zumeist Veranlassung zur Bildung chloritischer Massen gegeben. In No. 6a sind als accessorische Mineralien Quarz, faserige Hornblende, Magnet- und Titaneisen, Titanit und Apatit vertreten, von No. 13 ist in gleicher Weise Magneteisen, Apatit und sekundärer Epidot zu erwähnen.

Die zweite Gruppe der aus der Provinz Llanquihue stammenden Felsarten bildet eine geringe Zahl von Gesteinsproben, welche den Familien des Plagioklasbasaltes und des Augitandesites angehören. — Bemerkenswert wegen seiner säulenförmigen Absonderung ist das Gestein No. 4, ein Plagioklasbasalt von dunkelgrauer Farbe, der am rechten Ufer des Petrohué Flusses die sog. Vigueria bildet. Seine Struktur ist anamesitisch, d. h. feinkörnig-gleichkörnig. Das Mikroskop läßt als Gemengteile Plagioklas in Leistenform, Augit, Magneteisen und Olivin erkennen; die farblosen und vollständig frischen Durchschnitte des letztgenannten Minerals schliessen oft bräunlich durchscheinende Spinell-Oktäederchen (Chronit) ein.<sup>1)</sup>

Einen anderen Plagioklasbasalt, der schon den Übergang zu Augitandesit vermittelt, repräsentirt die Gesteinsprobe No. 7. Von grauschwarzer Färbung, ist diese Felsart ziemlich reich an Poren und läßt in einer dem bloßen Auge dicht erscheinenden Grundmasse kleine Kryställchen (Augit und Olivin) erkennen. Den beiden letzteren Mineralien gesellt sich noch Plagioklas als porphyrischer Gemengteil zu, während die Grundmasse aus Magneteisen, Plagioklas und Augit zusammengesetzt ist und wohl auch geringe Mengen von Glassubstanz enthält. Von derselben Struktur und Zusammensetzung wie das soeben erwähnte Gestein ist der Plagioklasbasalt No. 5a. Unter den porphyrischen Gemengteilen desselben waltet der Olivin dem Feldspat und Augit gegenüber vor.

Zum Schluß liegt uns vom Vulkan Osorno eine Augitandesitlava (No. 15) vor; es ist ein schwarzgraues, sehr poröses Gestein, in dessen dicht er-

<sup>1)</sup> Wenn Juliet (Memoria de Marina, 1871, S. 222) das soeben beschriebene und andere Gesteine der Basalt- und Andesitfamilie als «trachytisch» bezeichnet, so wird ihm einzig und allein die «rauhe» Oberfläche für diese Bezeichnungsweise maßgebend gewesen sein, denn mit eigentlichen Trachyten haben diese Felsarten sicherlich nichts zu thun. —

scheinender Masse man kleine glänzende Feldspatkryställchen mit bloßem Auge wahrnimmt. Die mikroskopische Untersuchung ergibt ein reichliches Vorhandensein von bräunlicher Glasmasse, etwas Augit, viel triklinem Feldspat und Magnet-eisen; letzteres zeigt die wunderlichsten Aggregationsformen, indem die kleinen undurchsichtigen Oktaeder sich zu stab- und kreuzförmigen, baumartig verästelten und anderen Gebilden zusammenscharen.

\*            \*            \*

Nachdem im Vorausgehenden eine kurze Beschreibung der wichtigsten im andinen Gebiet der Provinz Llanquihue auftretenden Gesteine gegeben worden ist, haben wir uns nunmehr denjenigen allgemeinen Bemerkungen zuzuwenden, welche sich auf den Vergleich der obengenannten mit analogen Gesteinen aus anderen Gebieten Chile's beziehen. — Zunächst wären die granitischen, bzw. syenitisch-granitischen Felsarten ins Auge zu fassen, welche den Hauptteil der vortertiären Eruptivgesteine bildeten. Dieselben scheinen in anderen Teilen der Hochkordillere als dem nordöstlich von Puerto Montt gelegenen Gebiet nicht ihresgleichen zu haben, denn von den sog. Andengesteinen Stelzner's<sup>1)</sup> muß hier — schon wegen des von den vorigen verschiedenen geologischen Alters — abgesehen werden. Letztere sind, wie neuerdings wieder W. Möricke<sup>2)</sup> betonte, wohl nichts anderes als gleichkörnig ausgebildete, stockförmig auftretende und durch Erosion bloßgelegte Tiefenfacies von Trachyten und ganz besonders Andesiten.

Dasjenige Gebiet, welches paläozoische Eruptivgesteine der Granit-Syenit-Reihe in großer Zahl beherbergt, ist die chilenische Küstenkordillere. Diese baut sich im Süden (Valdivia u. s. w.) wesentlich aus oft granatführenden Glimmerschiefern auf, während in Mittel- und Nordchile die Eruptivgesteine einen der Hauptkonstituenten bilden. Hier finden sich hauptsächlich diejenigen Felsarten vertreten, welche oben als Amphibolgranitite beschrieben wurden. Das Auftreten dieser Gesteine beginnt — soweit mir Proben vorliegen — in der Gegend von Concepcion und Rosendo. Die von der zuletzt genannten Örtlichkeit stammende, mittelkörnige, quarzarme, fast ebenso viel Glimmer als Hornblende führende Felsart wird gegenwärtig aus Baustein bei den Dockbauten im Hafen von Talcahuano verwendet; manche Varietäten dieses Vorkommens neigen durch fast vollständiges Fehlen des Quarzes zu Syenit, andere durch reichliches Vorhandensein von Plagioklas zu Diorit hin. — Das Gebiet der Küstenkordillere von Mittelchile ist reich an hornblendeführenden Granititen, auch weiter nach dem Norden zu scheint dieses Verhältnis obzuwalten, und in der Provinz Atacama ist deren Verbreitung so groß, daß sie — nach den von mir bestimmten Proben — etwa den vierten Teil aller vortertiären Eruptivgesteine ausmachen. Granitite ohne

<sup>1)</sup> Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Argentinischen Republik. I, 198.

<sup>2)</sup> Das Eruptivgebiet des S. Cristóbal bei Santiago (Chile). Tschermak's Mineralog. u. Petrograph. Mitteilungen. 1891, 143.

Hornblende scheinen an Menge den vorigen nachzustehen: es kamen mir solche bis jetzt fast lediglich aus Atacama zu Gesicht. Aus derselben Provinz stammen auch ein paar zweiglimmerige Granite. — Die an und für sich schon stark basischen Amphibolgranite gehen durch Abnahme des Quarz- und meist auch des Glimmergehaltes in Syenite über, welche ebenfalls in Atacama mehrfach vorkommen und welche — meines Erachtens — infolge der zahlreichen Übergänge in Amphibolgranite mit letzteren geologisch eng verbunden sein müssen.

Im ganzen Granitgebiet sind Diabase als Ganggesteine<sup>1)</sup> verbreitet; sie unterscheiden sich durch nichts von den gewöhnlichsten Typen, haben meist etwas porphyrische Struktur und sind höchstens deshalb bemerkenswert, weil ihr Augit ziemlich häufig in fasrige Hornblende (Uralit) umgewandelt ist.

Richten wir zum Schlufs unser Augenmerk auf tertiäre Eruptivgesteine, analog denen, welche obenstehend beschrieben wurden, so hätten wir in erster Linie der Plagioklasbasalte zu gedenken. Letztere sind nur in einer geringen Anzahl von Vorkommnissen vertreten. In Mittelchile finden sie sich z. B. in isolirten Kuppen in dem zwischen Küsten- und Hauptkordillere gelegenen Längsthal (am Fluß Chimbarongo), während sie in Atacama in den Vorbergen der Hochkordillere aufzutreten scheinen. Die meisten dieser Gesteine pflegen trotz eines für Basalte regulären Olivinegehaltes, zu Augitandesiten hinzuneigen, was sich mineralogisch durch reichlich vorhandenen Plagioklas, helle Färbung des Augits u. s. w., chemisch durch einen an der Grenze der Basaltgesteine stehenden hohen Kieselsäuregehalt ausspricht. So ergab die Analyse eines Plagioklasbasaltes der Gegend von Caracoles in Atacama eine Kieselsäuremenge von 54,60 %.

Was endlich die Andesite anbetrifft, die im Vorausgehenden nur durch eine Lava vertreten sind, so bilden sie, wie in den nördlich von Chile gelegenen Ländern Südamerikas, die Hauptmasse desjenigen Gebirges, von dem sich ihr Name ableitet. Dieselben liegen dem Verfasser dieser Zeilen, besonders aus der Provinz Atacama, in beinahe allen bis jetzt beschriebenen Struktur- und Mineralkombinations-Modifikationen vor. Während die Hornblende- und Glimmerandesite meistens hellgraue Färbung und trachytartigen Habitus besitzen, ist die Mehrzahl der Augitandesite — einschliesslich der ziemlich reichlich vertretenen Hypersthenandesite — dunkel gefärbt und oft den Santorin-Laven recht ähnlich. Es sei noch bemerkt, daß ausser einzelnen Perliten in Atacama mehrfach Bimsteine anzutreffen sind, welche sich auch in südlicher gelegenen Teilen der chilenischen Hochkordillere (z. B. am Lonquimaí-Paß) wiederfinden. Dieselben sind der Andesit-Familie einzuverleiben, denn es konnten in einem Fall alle Übergangsformen von einem Hornblendeandesit bis zum echten Bimstein beobachtet werden.

---

<sup>1)</sup> Lagerdiabase sind in einigen Minendistrikten von Atacama (Tres Puntas, Chañarillo u. a.) aufgeschlossen. Die zwischen sie eingeschalteten Kalksteinschichten sind bald in dem Dipyrit- bzw. Conseranitschiefer ähnliche Felsarten, bald in körnige Skapolithgesteine, bald endlich in echte Granitfelse umgebildet worden.



In geradezu klassischer Weise sind gewisse Vertreter der Andesit- und Basalt-Familie auf der kleinen zu Chile gehörigen Inselgruppe von Juan Fernandez entwickelt. Hier finden sich außer einer großen Menge von Tuffen Augitandesite in verschiedenartiger Ausbildung, welche einerseits in Propylite mit grüner faseriger Hornblende (aus Augit entstanden) und sekundärem Quarz und Epidot übergehen, andererseits durch Aufnahme von Olivin sich den Plagioklasbasalten nähern. Die letzteren (Plagioklasbasalte) sind von Mas a tierra (Robinson-Insel) besonders in derjenigen Varietät bekannt, welche oft so reich an Olivin ist, daß die bis mehr als erbsengroßen Körner dieses Minerals nahezu die Hälfte der gesamten Gesteinsmasse ausmachen. Eine andere Gesteinsprobe von ebenda enthüllte sich bei der mikroskopischen Bestimmung als ein mittel- bis feinkörniger, echter Plagioklas-Dolerit. Die geologischen Verbandsverhältnisse der genannten Gesteine scheinen auf Juan Fernandez derart zu sein, daß die propylitisch-andesitischen Varietäten eine Art Grundgebirge bilden, welchem die Tuffe und die Mitglieder der Basaltfamilie aufgelagert sind.

Santiago, im Herbst 1892.

### Bemerkungen zur topographischen Karte.

Santiago, August 1892.

Das Original der beifolgenden Karte ist im Monat März d. J. zum Gebrauche der chilenisch-argentinischen Grenzkommission von dem Unterzeichneten als Zeichner der genannten Kommission entworfen worden.

Zur Herstellung sind folgende Quellen benutzt worden:

- I. Döll: Croquis der Seen Todos los Santos, Rupanco und Puyehue. Anales de la Universidad de Chile 1853. Maßstab 1:250 000.
- II. Fonck und Hess: Croquis der Gegend zwischen den Seen Llanquihue und Nahuelhuapi, Maßstab annähernd 1:250 000, An. Univ. Chile 1857.
- III. Cox: Viaje á la Patagonia mit Croquis. An. Univ. Chile 1863.
- IV. Frsco. Vidal Gormaz, Exploracion del Estero de Reloncaví, mit Karte desselben, Maßstab 1:80 000, Memoria del Ministerio de la Marine 1871.
- V. Derselbe: Espl. del Lago de Llanquihue mit Karte, Maßstab 1:100 000, An. Univ. Chile 1872.
- VI. Derselbe: Espl. del Rio Puelo mit Karte, Maßstab 1:80 000, An. Univ. Chile 1872.
- VII. Derselbe: Manuskriptkarte der Provinz Llanquihue, Maßstab 1:250 000, im Besitze der Oficina hidrográfica de Chile. Noch unvollendet.
- VIII. Dr. C. Martin: Karte von Süd-Chile usw. Peterm. Mitteilungen 1880, Tafel 8.

Endlich Reisenotizen und Skizzen des Herrn Dr. Hans Steffen, der eben damals von einer Reise in die Andenregion von Llanquihue zurückkam.

Karte Nr. IV ist von einer Sammlung geographischer Ortsbestimmungen begleitet, die aber mit der Karte V nicht übereinstimmen. Vor allem bemerken wir einen Längenunterschied von etwa vier Minuten. Nach Aussage des Herrn Vidal Gormaz sind diese Abweichungen, die sich auf Observationsfehler und Ungenauigkeit der Chronometer bei den Aufnahmen von 1871 zurückführen, in Karte VII korrigirt, und nach dieser Aussage haben wir uns bei dem Entwurf der Karte gerichtet.

Bei der Herstellung derselben ist folgendermafsen vorgegangen worden:

1. Konstruktion des Gradnetzes mit Benutzung der Tabelle IV, A. Germain: *Traité d'hydrographie etc.* Paris 1882. Mafsstab 1:250 000.
2. Geographische Position der Vulkane Osorno und Calbuco nach Karte VII.
3. Lago de Llanquihue, nach Karte V reducirt, Lage bestimmt durch Osorno und Calbuco.
4. Lago de Todos los Santos, Lage bestimmt durch Osorno und Calbuco, Hauptumrisse des Sees nach Karte II, Gebirge an der Nordseite, die östlichen und nördlichen Zuflüsse und der Rio Blanco nach Peilungen und Itinerar von Dr. Steffen korrigirt, Gebirge an der Südseite samt Bahia, Rio und Lago de Cayutué, Cordillera de Santo Domingo und Rio Petrohué, Cerro de la Plata und umliegende Gebirge nach Karte VII, und Dr. Steffen korrigirt.
5. Rio Peulla mit Zuflüssen, Boquete de Perez Rosales, Lago Nahuel-huapi mit umgebenden Gebirgen, Rio und Lago frio, Monte Tronador mit umliegenden Gebirgen nach Karte II mit Karte III verglichen und nach Schätzung korrigirt.
6. Gebirge nördlich von Osorno und Puntagudo nach Karte I.
7. Ensenada de Reloncaví nach Karte IV reducirt, mit Karte VII verglichen und Position korrigirt.
8. Rio Puelo mit Zuflüssen und umgebenden Gebirgen, nach Karte VI reducirt.
9. Bergsystem Yate nach Karte VII.
11. Lago Chapo und umgebende Gebirge nach Karte VII mit Benutzung der Karte VIII.
12. Schneeregion und Ansiedelungen angegeben nach Karte VIII und Notizen von Dr. Steffen.

Von dem Original der Karte, welches als Manuskript auf dem Bureau der Grenzkommision aufbewahrt wird, hat Herr Dr. H. Steffen mit Erlaubnis des Chefs des Bureaus Don Diego Barros Arrana den zwischen  $40^{\circ} 55'$  bis  $41^{\circ} 50'$  s. Br. und  $71^{\circ} 40'$  bis  $72^{\circ} 51'$  w. L. v. Gr. begriffenen Teil zur Erläuterung seines Aufsatzes durch Unterzeichneten abkopiren lassen.

Oscar Fischer.







# Geologisches Übersichtskärtchen

des andinen Teils der chilenischen Provinz Llanquihue  
von Dr. R. Pöhlmann.



N. Boloña.

Lith. Anst. v. L. Kraatz, Berlin.

0 10 20 30 40 50 K.M.



Zur  
mathematischen Behandlung  
geographischer Probleme.

---

Von

Dr. Carl E. M. Rohrbach

in Gotha.







Im Anfang ihrer Entwicklung konnte die vergleichende Erdkunde sich ohne Bedenken selbst da, wo es sich um eigentlich mathematische Gegenstände, um Fragen der Gröfse, der Längen- und Breitenerstreckung handelt, mit den allgemeinen Ausdrücken des täglichen Lebens behelfen, besonders, da es zunächst mehr darauf ankam, die leitenden Gesichtspunkte aufzustellen, nach denen die Gegenstände betrachtet oder eingeteilt werden können, als etwa jede dieser Betrachtungen oder Einteilungen bis ins einzelne möglichst unanfechtbar durchzuführen.

So teilt Varenius, um nur ein Beispiel anzuführen, die Inseln ein in grofse, mittlere und kleine, die Halbinseln in längliche und rundliche, ohne dabei für ihre Zuweisung zur einen oder anderen Gruppe an ein anderes Kriterium als das der unmittelbaren Anschauung des Kartenbildes zu denken, ohne im einen Falle bestimmte Flächeninhalte, im anderen etwa ein bestimmtes Verhältnis des gröfsten zum kleinsten Durchmesser für die Abgrenzung der verschiedenen Abteilungen als maßgebend aufzustellen.

Das anfänglich noch geringe Thatachenmaterial läfst sich eben, wie es in allen noch jungen Wissenschaften geht, noch leicht klassifiziren, die Schwierigkeiten beginnen erst, wenn unter dem anwachsenden Stoff auch die Übergangsstufen mit berücksichtigt sein wollen. Je mehr die Thatachen sich kontinuierlich aneinanderfügen, um so bedenklicher wird die Aufgabe, irgendwo eine Grenze zu ziehen, um so deutlicher wird uns bewußt, dafs unsere Einteilung eine künstliche ist, und dafs die Grenze, wenn sie aufrecht erhalten werden soll, mathematisch definirt werden mufs. Sobald dieses geschehen ist, wobei eine gewisse Willkür nicht immer zu vermeiden sein wird, hängt die Einreihung eines Gegenstandes in die eine oder andere Gruppe nur noch von dem Ergebnis mathematischer Prüfungen ab.

Wenn nun auch der vielleicht gröfste Teil der geographischen Probleme noch unter Vermeidung von mathematischen Definitionen auf Grund der Anschauung behandelt werden kann, so lassen sich andererseits doch eine ganze Anzahl von Aufgaben nicht ohne Zuhülfenahme eingehender mathematischer Untersuchungen ihrer Lösung entgegenführen.

Es ist charakteristisch, daß es bis jetzt gerade die Morphologie ist, in der sich die Notwendigkeit herausgestellt hat, mathematische Hilfsmittel in ausgiebiger Weise heranzuziehen, um die unendliche Mannigfaltigkeit der Formen einer exakten Vergleichung überhaupt zugänglich zu machen; wir wollen nur zwei Gebiete hervorheben, mit denen sich eine größere Anzahl neuerer Arbeiten beschäftigt: einerseits die Orometrie, andererseits die horizontale Gestaltung der Erdräume, beide sollen uns für die folgenden Betrachtungen geeignete Beispiele liefern.

Eine besondere Gefahr liegt bei der mathematischen Behandlung geographischer Gegenstände darin, daß oft nicht scharf genug auseinandergehalten wird, was der Geographie und was der Mathematik zukommt, ein Umstand, der um so schädlicher wirkt, als die mathematischen Hilfsmittel der Erfinder neuer «orometrischer Methoden» oft nicht über das auf dem Gymnasium gebotene, d. h. die Elemente der ebenen Trigonometrie und Stercometrie hinausgehen, während eine erspriessliche Behandlung der hierher gehörigen Aufgaben ohne einige Vertrautheit wenigstens mit der Differential- und Integralrechnung wohl kaum möglich sein dürfte.

Im folgenden soll versucht werden, einige Punkte besonders zu behandeln, deren Vernachlässigung bedenklich erscheint; und zwar zunächst die Messung von Längen auf der Karte, die Methoden zur Ableitung von Mittelwerten und die Bedeutung solcher und der vorgeschlagenen komplizirteren Ausdrücke, insbesondere derjenigen für die horizontale Gliederung.

Eine der am häufigsten vorkommenden mathematischen Aufgaben in der Geographie ist die Messung einer Länge auf der Karte.

Handelt es sich dabei um eine Gerade, um den direkten Abstand zweier gegebenen Punkte, so liegen besondere Bedenken nicht vor, nur der Einfluß der Verzerrung durch die Projektion der Karte und der der Papierkontraktion ist zu berücksichtigen; ganz anders wenn die Länge einer gekrümmten Linie, eines Weges, eines Flußlaufes, eines Gebirgskammes, einer Küstenstrecke oder irgend einer anderen in der Karte verzeichneten Kurve gemessen werden soll.

Dem Geographen fällt hier zunächst die Aufgabe zu, wo Zweifel bestehen, den Verlauf der Linie festzulegen, die der Messung unterworfen werden soll, eine Aufgabe, die bei mehrfach verzweigten Flußläufen, bei Flachküsten u. s. w. ihre großen Schwierigkeiten haben kann und nur nach geographischen Gesichtspunkten behandelt werden darf. Von bedeutendem Einfluß auf die zu ermittelnde Länge ist hier die durch den Maßstab der Karte bedingte Generalisirung, insofern durch sie ein systematischer Fehler veranlaßt wird; je kleiner nämlich der Maßstab der Karte, in um so höherem Grade erscheint jede Küste oder dergleichen durch Weglassung der kleineren Windungen verkürzt; daß dabei eine gewisse Willkürlichkeit unvermeidlich ist, leuchtet ein.

Mit der Festlegung der zu messenden Kurve auf der Karte ist die Thätigkeit des Geographen zu Ende, ihre «Rektifikation» ist Sache des Mathematikers, dem hierfür eine ganze Anzahl von Methoden zur Verfügung stehen.

Dem im Terrain angewandten Verfahren des Abmessens mit Stäben entspricht am genauesten das Abschreiten der Kurve mit dem wenig geöffneten Zirkel, wobei man sich allerdings nicht damit begnügen darf, die Öffnung des Zirkels an einem Maßstabe zu messen, da sonst der (unvermeidliche) Fehler dieser Messung im Resultat in die Zahl der Zirkelschritte multipliziert erscheint; zum mindesten ist die Gesamtlänge einer größeren Zahl von Zirkelschritten (etwa 25 oder 50) zu bestimmen, sicherer noch ist es, die ganze Zahl der Zirkelschritte auf einer Geraden zu wiederholen um dann auf dieser die so übertragene Länge mit einem Maßstabe abzumessen. Über die bei letzterem Verfahren zu berücksichtigenden Fehlerquellen und die zu erreichende Genauigkeit hat Chr. Wiener<sup>1)</sup> eine ausführliche Untersuchung angestellt, in der auch Tabellen für die in jedem Falle zweckmäßigste GröÙe der Zirkelöffnung gegeben werden; indessen ist zu berücksichtigen, worauf auch Wiener selbst hinweist, daß die betreffenden Weiten für verschiedene Personen wechseln dürften, auch von der Form der Zirkelspitzen und der Papiersorte der Karte nicht unabhängig sind.

An die unmittelbare Messung in der Natur erinnert auch Leicher's<sup>2)</sup> Vorschlag, dünnen ausgeglühten Eisendraht der zu messenden Kurve (nötigenfalls mit Hülfe eingestochener Nadeln) genau anzupassen und dann den wiederum geglätteten Draht mit dem Maßstabe zu messen.

Geradezu eine bewusste Nachahmung der auf Reisen üblichen Entfernungsschätzung nach der Uhr bietet der Vorschlag Peucker's,<sup>3)</sup> die Länge von Kurven «mit dem Stift in der Hand und der Uhr vor sich zu ermitteln» durch Nachfahren derselben mit möglichst gleichförmiger Geschwindigkeit; Peucker berichtet, daß bei einiger Übung der Fehler nicht größer ausfalle, «als bei Benutzung des Kartometers» und es ist immerhin wahrscheinlich, daß die Methode, wo es nicht sowohl auf große Genauigkeit als auf Zeitersparnis ankommt, sich unter Benutzung häufiger Kontrollbestimmungen (Nachfahren geometrischer Kurvenzüge von bekannter Länge und geeigneter Form) nützlich erweisen wird.

An besonders für Längenmessungen auf der Karte konstruierten Instrumenten ist kein Mangel; allerdings ist unter allen keines, das auch nur annähernd eine so bequeme Handhabung wie die Planimeter sie gestatten, mit einer ähnlichen Zuverlässigkeit der Angaben verbände; allein Peucker's Verwunderung hierüber

1) Ch. Wiener: Über die möglichst genaue mechanische Rektifikation eines verzeichneten Curvenbogens, bestimmt auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Zeitschr. f. Math. u. Physik XVI, Leipzig 1871, S. 112—124.

2) C. Leicher: Orometrie des Harzgebirges. Halle a. S., 1886, S. 4 Anm.

3) K. Peucker: «Mittlerer Böschungswinkel» und «wirkliche Oberfläche» topographischer Formen. Verh. d. V. intern. Kongr. d. geogr. Wissensch. zu Bern 10.—14. Aug. 1891. Bern 1892, S. 549.

kann nur teilen, wer nicht weiß, ein wie viel schwierigeres Problem die Rektifikation gegenüber der Quadratur bildet. Mit seiner Behauptung, daß es «unlängbar ein weit schwierigeres Problem sei, eine unregelmäßig begrenzte Fläche durch einfache Umfahrung zu messen, als die Länge dieser Grenzkurve selber zu bestimmen», befindet er sich in einem verhängnisvollen Irrtum.

Bei allen hier in Betracht kommenden Instrumenten wird die Messung durch Abwicklung entweder gezahnter Rädchen, oder besser glatter Rollen auf der Papierfläche oder auf einer der Papierfläche parallelen Ebene ausgeführt, deren Umdrehungen gewöhnlich unter Anwendung einer Schraube ohne Ende auf ein Zählwerk übertragen werden.

Bei den meisten von einander nur in unwesentlichen Einzelheiten abweichenden Instrumenten wird der Umfang eines solchen Rädchens (aus freier Hand geführt) direkt auf der zu messenden Kurve abgewickelt: seitliche Abweichungen bewirken hier bei wenig gekrümmten Kurven ein stets zu großes Resultat, also einen systematischen Fehler, der wenigstens zum Teil wegfällt, wenn man das Instrument nach der Messung auf einer Geraden bis zur anfänglichen Einstellung zurückführt und die auf der Geraden zurückgelegte Länge mit einem Maßstabe ermittelt. Weitere Unsicherheiten entstehen dadurch, daß eine genaue Einstellung auf den Anfangs- und Endpunkt der zu messenden Strecke nur unvollkommen gelingt, und ferner durch die bei engen Windungen der Kurve nötig werdenden seitlichen Drehungen des Instruments. Letztere zu vermindern, ist der Zweck einer von Emilio Kraus<sup>1)</sup> erfundenen Konstruktion (D. R. P. 40 837), bei der durch zwei abwechselnd wirkende Schalträder das Zählwerk bei Vor- und Rückwärtsbewegungen des Fahrrades stets in gleichem Sinne bewegt wird, so daß das Instrument seitlich nie um mehr als  $90^0$  gedreht zu werden braucht.

Der bereits erwähnte Umstand, daß eine genaue Führung einer Fahrrolle auf der zu messenden Linie und die genaue Auffassung des Berührungspunktes der Rolle mit der Fläche der Karte nur unvollkommen möglich ist, hat zur Konstruktion von anderen Instrumenten Anlaß gegeben, bei denen ein Fahrstift (oder ein auf einer Glasplatte eingeritztes Signal, Fadenkreuz od. dgl.) zum Nachfahren der Kurve dient, während die Bewegung der Rollen auf dem seitwärts liegenden Papier stattfindet.

Hierher gehört vor allem das Kartometer von Fleischhauer und Trognitz<sup>2)</sup>, über welches Hammer<sup>3)</sup> eine ausführliche Untersuchung veröffent-

<sup>1)</sup> Emilio Kraus: Instrument zum Messen der Wegelängen auf Karten und Zeichnungen. Zeitschrift für Vermessungswesen, XVIII, Stuttgart 1889, S. 24.

<sup>2)</sup> B. Trognitz: Meßinstrument zur Ermittlung der Längen gezeichneter Linien. Zeitschrift für Vermessungswesen, XVIII, Stuttgart 1889, S. 210—212.

<sup>3)</sup> Hammer: Die Linienmesser von Ott und von Fleischhauer. Zeitschrift für Instrumentenkunde, IX, Berlin 1889, S. 136—143.



licht hat. Die gemessene Länge ergibt sich als Summe der Ablesungen an allen Rollen, die in ungerader Anzahl (3, 5 oder 7) unter gleichen Winkeln gegeneinander um den Fahrstift gestellt sind. Bezüglich der Theorie dieses Instruments muß hier auf die Abhandlung von Hammer verwiesen werden, bezüglich der erreichbaren Genauigkeit sei aus der letzteren nur erwähnt, daß, während der theoretische Maximalfehler bei drei Rollen 15,5 %, bei deren fünf 5,1 %, bei sieben 2,6 %, bei neun 1,5 % erreichen kann, bei praktischen Messungen beliebig gestalteter Kurven von bekannter Länge selbst mit Instrumenten mit nur drei Rollen im Vergleich zu denen der Meßrädchen sehr brauchbare Ergebnisse erhalten wurden. Leider sind keine ausführlicheren Versuchsreihen veröffentlicht worden.

Ein anderes von Conradi in Zürich konstruiertes Kurvimeter hat in gleichem Abstände zu beiden Seiten des auf der Kurve geführten Punktes zwei einander parallele Rollen, deren Teilung in gleichem Sinne läuft, so daß bei einer bloßen Drehung des Instruments um den Führungspunkt die Summe der beiden Ablesungen sich nicht ändert, während bei einer Verschiebung desselben senkrecht zur Drehungsaxe beider Rollen, diese beiden die gleiche Zu- oder Abnahme der Ablesung zeigen. Der Führungspunkt ist durch ein Fadenkreuz bezeichnet, dessen einer Arm der Rollenaxe parallel ist; beim Nachfahren der Linie muß dieser stets senkrecht auf dem betreffenden Kurvenelement stehen. Die gemessene Länge ist dann gleich der halben Summe der Abwicklung beider Rollen; zu größerer Bequemlichkeit ist der Umfang jeder Rolle, der 40 mm beträgt, in 20 Teile geteilt und zweimal von 0—9 beziffert, so daß beide Ablesungen summiert die gemessene Länge in ganzen Millimetern ergeben. Wesentlich ist, daß der Führungspunkt des Instrumentes von den Berührungspunkten beider Rollen mit dem Papiere genau gleich entfernt ist, am bequemsten wird die Handhabung, wenn er auf ihrer Verbindungslinie selbst liegt. Eine geringe Abweichung der Rollenaxe von der Normalen der Kurve bedingt nur geringe Fehler, da die wirkliche Länge in den Cosinus dieses Winkels multipliziert erscheint, so daß der Fehler bei  $2\frac{1}{2}^\circ$  nur  $\frac{1}{1000}$  und erst bei  $8^\circ$   $\frac{1}{100}$  erreicht.

Schließlich sei noch ein Instrument von Ott in Kempten erwähnt, bei dem die Kurve in gleicher Weise mit einem Fadenkreuz nachgefahren wird, dessen Fassung durch einen zur Papierebene senkrechten Stift mit der Meßrolle verbunden ist, die ihrerseits auf der Unterfläche einer zur Papierebene parallelen Glasscheibe abrollt. Wesentlich ist, daß der Berührungspunkt der Rolle einerseits und der Führungspunkt andererseits genau in der Drehungsaxe des vertikalen Stiftes liegen. Der Einfluß geringer Drehungen des Fadenkreuzes ist der gleiche wie bei dem Instrument von Conradi. Ausführliche Versuche von Hammer<sup>1)</sup> ergeben bezüglich der zufälligen Fehler sehr befriedigende Resultate, indem diese selbst bei einer ganz «unregelmäßigen» Linie, deren Krümmungshalbmesser in

<sup>1)</sup> Hammer a. a. O. S. 136 ff.

etwa 30 Punkten unter 2,5 mm blieb, im Mittel nur etwa  $1\frac{1}{2}\%$  bei einer Durchführung betragen.

Betrachten wir die so zur Verfügung stehenden Hilfsmittel der Längenmessung zusammenfassend, so zeigt sich, daß auch die besten instrumentellen Hilfsmittel nur ein geringes Maß von Zuverlässigkeit verbürgen können, wenn es sich um komplizirtere Kurven handelt; man muß zufrieden sein, wenn die zufälligen Fehler hier 2 % nicht übersteigen, während regelmässig verlaufende Linien, wie Gerade oder Kreise, allerdings wesentlich bessere Resultate geben, für diese lassen sich aber besondere Instrumente entbehren, da sie mit Zirkel und Maßstab eben auch mit beliebiger Genauigkeit gemessen werden können. Jedenfalls reicht keine mechanische Rektifikationsmethode auch nur entfernt an die Genauigkeit heran, die bei der mechanischen Quadratur mit einem der gebräuchlichen Planimeter mühelos erreicht wird, zumal hier die durch seitliche Abweichungen bedingten zufälligen Fehler sich größtenteils aufheben.

Gilt dies schon für die rein mathematische Seite der Frage, so ist für die geographischen Anwendungen noch zu berücksichtigen, was vorher über den Einfluß des Kartenmaßstabes angedeutet wurde.

Die unvermeidlich notwendige Generalisirung bei Verkleinerung desselben führt hinsichtlich der Rektifikation der Kurven stets zu beträchtlichen Verkürzungen durch Weglassung engerer Windungen, während der Flächeninhalt der eingeschlossenen Figur dadurch nicht wesentlich verändert wird, indem sich hier Zuwachs und Verlust meist ziemlich genau ausgleichen.

In Rücksicht einerseits auf die größere Genauigkeit der Planimetermessung, andererseits auf den Vorteil, den eine Verminderung des Einflusses kleiner Krümmungen und Windungen auf die Gesamtlänge zu bieten scheint, hat daher Precht<sup>1)</sup> vorgeschlagen, im (willkürlichen) Abstände  $c$  eine Parallele zu der zu messenden Linie zu zeichnen, den Streifen zwischen beiden planimetrisch zu messen und schließlich die gesuchte Länge durch Division des Inhalts mit  $c$  unter Berücksichtigung eines Korrektionsgliedes<sup>2)</sup> für die Biegungen zu ermitteln. Die Zuverlässigkeit des Resultates wird hier in Frage gestellt sowohl durch die für planimetrische Messungen recht ungünstige Form des schmalen Streifens, als auch durch die verhältnismässig große Unsicherheit in der Bestimmung von  $c$ , die ganz in das Resultat übergeht und leicht 5 % und selbst mehr ausmachen kann.

<sup>1)</sup> W. Precht: Untersuchungen über horizontale Gliederung. Zeitschr. f. wissenschaftl. Geographie. Ergänzungsheft I, Weimar 1889, S. 52.

<sup>2)</sup> Ebenda. In die betreffende Formel haben sich ein Rechenfehler und ein Druckfehler eingeschlichen; die reduzirte Länge ist:  $u - c \left( 2 \sum \operatorname{tg} \frac{\chi}{2} - \sum \frac{g}{2} \right)$  wenn  $u$  die wahre Länge,  $g$  die einspringenden und  $\chi$  die ausspringenden Winkel bezeichnet.

Wenn so die Bestimmung von Kurvenlängen auf der Karte unter allen Umständen doch nur recht unsichere Ergebnisse gewährt, so müssen wir daraus die Regel entnehmen, diese Größen nur zu Vergleichen unter einander zu verwenden, nicht aber zur Ableitung anderer Ausdrücke, auf die sie sonst unter Umständen ihre ganze Unsicherheit übertragen. Es gilt dies z. B. von allen älteren Ausdrücken zur Berechnung der «horizontalen Gliederung» der Erdräume, die alle die Küstenlänge als einen Faktor enthalten. Auch der neueste Versuch in dieser Richtung, der von Precht, leidet an diesem Mangel, und es muß gerade im Hinblick auf einige seiner Formeln besonders hervorgehoben werden, daß auch in solche Ausdrücke, bei denen z. B. die gemessene Küstenlänge mit einer auf zuverlässiger Grundlage berechneten anderen Länge, etwa dem Umfang der inhaltsgleichen Kugelkalotte, verglichen wird, der ganze Fehler der ersteren eingeht.

Bedenklich erscheint von diesem Standpunkte auch das Verfahren Peucker's<sup>1)</sup> und Finsterwalder's<sup>2)</sup> zur Ermittlung des «mittleren Neigungswinkels des Bodens», wo die Tangente des Winkels erhalten wird durch Division der Gesamtlänge der äquidistanten Isohypsen in das Areal; erhielt doch Peucker selbst bei Benutzung der Karten des Vesuv in den Maßstäben von 1 : 50 000 und 1 : 10 000 Differenzen bis zu 26 % infolge der verschiedenen starken Generalisierung der Formen.<sup>3)</sup>

Dasselbe Bedenken trifft natürlich auch die wiederum mit Hilfe dieses mittleren Böschungswinkels abgeleitete «wirkliche Oberfläche des Bodens», deren Begriff zuerst von Bruch<sup>4)</sup> aufgestellt worden ist, und die zwar nicht, wie er meint, für die Veranlagung der Grundsteuer (denn der auf dem Boden mögliche Pflanzenwuchs und damit der Ertrag des Bodens richtet sich nach dem Areal der Horizontalprojektion), wohl aber für die Beurteilung der den Angriffen der Atmosphären dargebotenen Verwitterungsoberfläche von Interesse ist.

Auf dem in neuester Zeit am meisten angebauten Gebiet mathematisch-geographischer Arbeit, dem der Orometrie, wirkt die eingangs erwähnte Vermischung mathematischer und geographischer Dinge ganz besonders verwirrend, so daß es für den, der sich nicht ganz speziell mit diesem Gegenstande befaßt, wohl kaum mehr möglich ist, sich in allen diesen «Methoden» zurecht zu finden,

1) K. Peucker: Der mittlere Neigungswinkel des Bodens. Mitteilungen d. Deutsch-österreichischen Alpenvereins. München 1890, S. 10 und Beiträge zur orometrischen Methodenlehre Diss. Breslau 1890, S. 45.

2) S. Finsterwalder: Über den mittleren Böschungswinkel und das wahre Areal einer topographischen Fläche. Sitzungsbericht der math.-phys. Klasse der Kgl. bayr. Akad. d. Wissensch. XX, München 1890, S. 35—92.

3) K. Peucker: Mittlerer Böschungswinkel usw. a. a. O. S. 551.

4) A. Bruch: Projekt einer neuen Berechnungsart des Flächeninhalts zum Zwecke der Grundbesteuerung, Wien, 1887.

deren große Anzahl für die Orometrie einen Besitz von recht zweifelhaftem Werte darstellt. Die Zahl derselben ergibt sich für jeden einzelnen orometrischen Begriff wohl nahezu als das Produkt aus der Zahl aller für denselben aufgestellten geographischen Definitionen in die Zahl aller möglichen mathematischen Auswertungsmethoden, und eine Orientirung wird um so mehr erschwert, als eben geographische Definition und mathematische Berechnung von den Autoren vieler dieser Methoden selbst nicht auseinandergehalten, sondern in einen einzigen Satz oder in eine Formel verschmolzen werden.

Wenn wir hier nicht die Definition der einzelnen orometrischen Begriffe, sondern die zweckmäßigste Art ihrer mathematischen Behandlung ins Auge fassen wollen, so dürfte folgendes zu beachten sein:

Wir vergleichen entweder die extremen Werte gewisser Größen (höchste Gipfel, tiefste Pässe, steilste oder flachste Böschung u. s. w.) oder wir vergleichen deren Mittelwerte für gewisse Gebiete, selbst für ganze Gebirge.

Der in der Natur oder auf der Karte gemessene Einzelwert ist uns anschaulich und handgreiflich gegeben, ein Mittelwert für ein kleineres Gebiet stellt an unser Vorstellungsvermögen auch noch keine zu hohen Anforderungen, dieselben steigern sich aber um so mehr, je größer das zur Ableitung eines Mittelwertes zusammengefaßte Gesamtgebiet wird, und der letztere verliert an deutlicher Anschaulichkeit, er wird schließlich ein mehr oder weniger abstraktes Zahlengebilde, bei dem man sich, namentlich wenn es sich um einen etwas komplizierteren Ausdruck handelt, kein klares Bild seiner Bedeutung mehr machen kann. Mit Recht macht Neumann<sup>1)</sup> darauf aufmerksam, «daß das Berechnen von orometrischen Mittelwerten für ganze Gebirge und größere Teile derselben seine Grenzen hat,» und fügt hinzu: «Es ist viel richtiger, die Einzelindividuen in größerer Anzahl bestehen zu lassen und für sie getrennt die orometrischen Charakteristika zu geben, als Mittelwerte auszurechnen, für welche die greifbare Vorstellung notwendigerweise verloren gehen muß.» Je mehr derartige Begriffe an Umfang gewinnen, um so mehr schwindet der reale Inhalt derselben, sie behalten nur insofern eine Bedeutung, als sie gewissermaßen Normalnullpunkte bilden, auf die die Einzelgrößen oder die Mittelwerte kleinerer homogener Gebiete bezogen werden können.

Mittelwerte, das sollte man sich stets gegenwärtig halten, sind nicht als Selbstzweck, sondern als ein Notbehelf anzusehen, unentbehrlich nur wegen unserer Unfähigkeit die Einzelwerte selbst in ihrer unendlichen Mannigfaltigkeit zu beherrschen und zu übersehen, und daraus folgt ganz von selbst, daß wir sie nur so weit benutzen, als es unumgänglich nötig erscheint, daß wir nicht eine möglichst weitgehende Zusammenfassung möglichst vieler

---

<sup>1)</sup> L. Neumann: Orometrische Studien im Anschluß an die Untersuchung des Kaiserstuhlgebirges. Zeitschr. f. wissenschaftliche Geographie, VII, Weimar 1888, S. 365.



Einzelwerte in ein Mittel, sondern im Gegenteil ein möglichtes Auseinanderhalten derselben in Gruppenmittel als erstrebenswert betrachten müssen.

Die Zusammenfassung sollte nie weiter gehen, als es für den besonderen augenblicklich verfolgten Zweck notwendig ist. Damit aber der Verlauf der betreffenden Größen auch noch innerhalb des Gebietes, für welches ein Mittel abgeleitet wird, klar hervortrete, sollte stets ein Diagramm, eine graphische Darstellung, dieses Verlaufes entworfen werden, die der Anschauung das bietet, was ihr der Mittelwert als einzelne Zahl versagt, und so die beste Ergänzung zu letzterem bildet. Ist weiter die Konstruktion des Diagramms unter allen Umständen empfehlenswert wegen des Einblickes in die Einzelgestaltung der betreffenden Verhältnisse, den es gewährt, so scheint es nicht zweifelhaft, welcher Ableitung des Mittels dann der Vorzug zu geben ist.

Die planimetrische Vermessung des Diagramms und die Division der Fläche durch die Grundlinie ergibt den gesuchten Wert als mittlere Höhe des Diagramms mit einer Genauigkeit, die der durch die anderenfalls anzuwendenden Näherungsformeln erreichbaren mindestens gleichkommt, sie meistens aber übertreffen wird, wenn man berücksichtigt, welche Vorteile gerade die graphische Methode dadurch bietet, daß wir nicht — wie bei der Berechnung nach Formeln fast durchweg — gezwungen sind, Werte für *aequidistante* Punkte zu verwenden.

Um letztere zu erhalten, müssen wir die Angaben der Karte meist erst interpolieren; zur Konstruktion der Kurve können zunächst alle einschlägigen direkten Angaben der Karte unmittelbar Verwendung finden und die dazwischen liegenden Werte mit weit größerer Annäherung an die wirklichen Verhältnisse dargestellt werden als durch einfache lineare Interpolation, ja es ist sogar leicht, für einzelne Stellen, wo der Verlauf der Kurve besondere «Unregelmäßigkeiten» zeigt, Spezialkarten größerer Maßstabes zu ihrer Konstruktion heranzuziehen.

Die Darstellung durch das Diagramm giebt also, bei gleicher Sorgfalt, nicht nur eine anschaulichere sondern zugleich auch eine genauere Darstellung der natürlichen Verhältnisse, als dies die für eine Berechnung des Mittels abgeleiteten *aequidistanten* Einzelwerte vermögen; so bleibt nur noch die Frage zu beantworten, ob die Planimetermessung ein der rechnerischen Mittelbildung ebenbürtiges Resultat verbürgt.

Diese Frage ist, da es sich stets nur um eine begrenzte Anzahl von Dezimalstellen handeln kann, im Hinblick auf die Zuverlässigkeit guter Planimeter unbedingt zu bejahen.

Es bedarf nach dem bisher Gesagten kaum mehr der ausdrücklichen Hervorhebung, daß möglichst alle verwendeten Diagramme auch mit zu veröffentlichen sind, sie unterstützen nicht allein das Verständnis der

Untersuchung, zu der sie gehören, sondern sie ermöglichen auch am besten jede weitere Verwertung der einmal aufgewendeten Arbeit zur Ableitung weiterer Vergleichen.<sup>1)</sup>

Die geschilderten Vorteile der graphischen Behandlung wie sie z. B. von Neumann zur Ableitung der mittleren Kammhöhe, von Penk (hypsographische Kurve) zur Berechnung des Gebirgsvolumens verwendet wird, zeigen sich von so entscheidender Bedeutung, daß es sogar richtig sein dürfte, mathematische Methoden, welche von irgend einer Funktion direkt nur den Mittelwert liefern, nur zu Kontrollzwecken zu verwenden und nicht von einer Bestimmung der Einzelwerte oder wenigstens der Mittelwerte kleiner homogener Gebiete abzu- sehen, wir lernen aus diesen so viel mehr, daß die größere Mühe nicht umsonst aufgewendet ist. Da oben auf die Ableitung des Tangentenmittels der Neigung des Bodens aus den Isohypsenlängen hingewiesen wurde, so darf nicht unerwähnt bleiben, daß auch hier eine graphische Ableitung wenigstens für den Zähler des Ausdruckes durch Finsterwalder's klinographische Kurve<sup>2)</sup> möglich ist.

Die rein mathematischen Grundsätze für die Bildung überhaupt zulässiger Mittel hat Finsterwalder im II. Abschnitt seiner bereits mehrmals angeführten Arbeit so klar und zutreffend dargestellt, daß wir hier auf jede Ausführung dieses Gegenstandes verzichten können und nur den Wunsch aussprechen, es möchte jeder, der orometrische Arbeiten unternimmt, Finsterwalder's Arbeit nicht bloß lesen sondern gründlichst studiren. —

Ein zweites mathematisch behandeltes Problem der Geographie wird herkömmlicherweise als das der horizontalen Gliederung bezeichnet; nachdem der Gegenstand längere Zeit verlassen schien, ist er in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten wieder in Angriff genommen worden, in ausführlicherer Weise kurz nacheinander, aber in ganz verschiedenem Sinne durch W. Precht<sup>3)</sup>, durch den Verfasser dieser Zeilen<sup>4)</sup> und durch K. Ehrenburg<sup>5)</sup>; diese Thatsache beweist wohl, daß dem Gegenstande noch jetzt Interesse entgegengebracht wird, und mag es rechtfertigen, wenn wir auch bei ihm hier noch etwas verweilen.

Von Precht's Arbeit, die in ihren beiden ersten Abschnitten über Klassifikation der Teilflächen und über die Bedeutung der horizontalen Gestaltung vieles Wertvolle enthält, kommt hier nur der dritte Abschnitt «Berechnung der

1) Über die benutzten Messungsmethoden, die verwendeten Karten, Instrumente, deren Fehlerkorrekturen sollten genauere Angaben gemacht werden als es wohl bisher, von wenigen Ausnahmen abgesehen, allgemein üblich ist, da ohne Kenntnis von diesen Umständen eine Vergleichung der Ergebnisse mit anderen meist nur in sehr beschränktem Maße ausführbar ist.

2) a. a. O. S. 44.

3) W. Precht, a. a. O.

4) C. Rohrbach, Über mittlere Grenzabstände. Petermanns geogr. Mitteilungen, XXXVI Gotha S. 76—84 u. 89—93.

5) K. Ehrenburg, Studien zur Messung der horizontalen Gliederung von Erdräumen. Verhandl. d. physikalisch medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, XXV Nr. 2, 1891, S. 29—72.

horizontalen Gestaltung» in Betracht, der in der Hauptsache auf dem Standpunkt aller älteren Vorschläge stehen bleibt, und aus Flächenmessungen und Messungen der Küstenlänge Ausdrücke für die «Gliederung» ableitet. Unsere vorhin ausgesprochenen Bedenken gegen jede derartige Verwendung von Längenmessungen finden also hier zunächst Anwendung, sodann sind aber die für die Gesamtgliederung aufgestellten Formeln so kompliziert, daß sich eine Anschauung dessen was sie ausdrücken sollen nicht wohl gewinnen läßt; ein grundsätzlicher Fehler ist es, in einer Zahl den Einfluß von «Streckung, quadratradikalem Verhältnis der Größe, Zahl, Isolirung, Verteilung des Areals der Glieder und Streckung des Rumpfes» zusammenfassen zu wollen, nachdem man die Faktoren vorher getrennt ermittelt hat oder ermittelt zu haben meint. Precht hat es unterlassen, die von ihm aufgestellten Formeln an dem Thatachenmaterial der Geographie zu prüfen, d. h. die von ihm zur Charakterisirung der Kontinentalgestalten vorgeschlagenen Werte für diese zu berechnen, und er hat wohl Recht gehabt, diese unendlich mühevollen Arbeit nicht zu unternehmen: mehr als der Anblick der Karte würden die Zahlen nicht gelehrt haben.

Man sollte bei derartigen Darstellungen räumlicher und gestaltlicher Verhältnisse durch Zahlenausdrücke überhaupt nicht das Ziel verfolgen, alles in eine einzige Zahl zusammenzudrängen, was etwa bemerkenswert erscheint; in ihrer Gesamtheit und Gleichzeitigkeit sind uns die Thatachen ja in der Natur gegeben, die Aufgabe der Wissenschaft ist es, die einzelnen Faktoren zu trennen, um den Einfluß jedes einzelnen auf das Produkt gesondert untersuchen zu können. «Das ideale Ziel, einen mathematischen Ausdruck für die Gesamtheit der Verkehrsbedingungen der Erdräume zu gewinnen», wie es Hettner<sup>1)</sup> halb ironisch bezeichnet, und wie es vielleicht dem einen oder anderen bei der Aufstellung seiner Gliederungsformeln vorgeschwebt haben mag, ist unerreichbar und im Ernste ebensowenig zu erstreben, wie etwa die Aufstellung der oft citirten Laplace'schen Weltformel. Läge die eine oder die andere dieser beiden Aufgaben heute durch Zaubermacht gelöst vor, so würden wir den mathematischen Ausdruck als Ganzes nicht vollkommener begreifen, nicht leichter überblicken als die Natur selbst oder die Gestaltung der Erdräume auf dem Globus vor uns. Wenn irgendwo, so gilt hier das «divide et impera».

Ehrenburg rechnet nur mit Flächengrößen, vermeidet also die Benutzung der unsicheren Küstenlängen; er vergleicht drei Kugelkalotten: die dem betreffenden Erdraum flächengleiche ( $F$ ), die kleinste ihm umschriebene ( $A$ ) und die größte in ihn eingeschriebene ( $I$ ) und betrachtet die Quotienten dieser Flächenwerte  $\frac{A}{I}$ ,  $\frac{A}{F}$  und  $\frac{F}{I}$  als charakteristisch für die «Gestaltsgliederung»; die Haupt-

---

<sup>1)</sup> A. Hettner: Die Typen der Land- und Meeresräume. Ausland Jahrgang 64, Stuttgart 1891, S. 474.

gliederung aber setzt er als  $H = \frac{A}{I \cdot F}$ , weil «jene Folgeerscheinung der Gliederung, die «Zugänglichkeit» bei gleicher Gestalt dem Flächeninhalt umgekehrt proportional» sei. Für diese letzte die «Zugänglichkeit» betreffende Auffassung dürfte eine annehmbare Begründung kaum zu finden sein; anstatt mit  $F$  sollte mit  $\sqrt{F}$  dividirt werden, dann würde auch in den auf die Erdoberfläche bezogenen «Allgemeinen Gliederungskoeffizienten» der Einfluss des Areal der betreffenden Erdräume nicht so übermächtig hervortreten<sup>1)</sup>. Aber auch wenn wir hiervon absehen, so findet doch auf die Formeln Ehrenburg's ebenso wie auf die Precht's und die älteren ein vom Verfasser schon in der Einleitung zu seiner Untersuchung über mittlere Grenzabstände vorgebrachtes Bedenken<sup>2)</sup> Anwendung, dafs sie sich nämlich in erster Linie auf gewisse geometrische Eigentümlichkeiten der Küstenkurve beziehen und zu wenig Gewicht auf die Eigenschaft der Küste als Grenze und vor allem als Zugang des Landes legen.

An und für sich kann man ja gewifs einer rein geometrischen Betrachtung des Umrisses, beispielsweise der Kontinente, die Berechtigung nicht versagen, und die Frage, ob dieselbe für den Geographen irgend einen Wert besitzt, mag offen bleiben, allein weder Precht noch Ehrenburg gehen auf rein morphologische Ziele aus, auch ihnen ist es, wie wohl allen, die sich mit dem viel umstrittenen Gliederungsproblem beschäftigt haben, um die verkehrsgeographischen Folgerungen zu thun, das sprechen sie selbst mehrfach im Verlauf ihrer Untersuchungen aus.

Wenn aber die ganze Arbeit im Interesse verkehrsgeographischer und ähnlicher Fragen unternommen wird, ist es da nicht das natürlichste, die besondere Natur der letzteren von Anfang an maßgebend sein zu lassen und gerade diejenigen Faktoren vor allen anderen in Betracht zu ziehen, die für sie bestimmend sind?

Welche andere Gröfse ist nun für den Verkehr wenigstens im Anfang seiner Entwicklung, so ausschlaggebend wie die Entfernung? Von ihr werden wir also auszugehen haben, wenn wir den Einfluss einer horizontalen Gestaltung auf anthropogeographische oder speziell verkehrsgeographische Erscheinungen erforschen wollen.

1) Des Vergleiches halber geben wir hier die «allgemeinen Gliederungs-Koeffizienten» Ehrenburg's (I) und die in der oben angegebenen Weise berichtigten, wie sie aus den Werten Ehrenburg's für  $A$ ,  $F$ ,  $I$  folgen (II):

|                  | I     | II   |
|------------------|-------|------|
| Europa . . . .   | 447,6 | 64,7 |
| Asien . . . .    | 48,5  | 16,0 |
| Afrika . . . .   | 95,04 | 23,1 |
| Australien . . . | 347,9 | 42,5 |
| Nord-Amerika . . | 160,6 | 32,7 |
| Süd-Amerika . .  | 142,7 | 27,3 |

2) a. a. O., S. 76.



Es sind hauptsächlich zwei Fragen, die wir stellen können, die eine richtet sich auf den inneren Zusammenhang des Gebiets, die andere auf seine Beziehungen zur Grenze, zum Nachbargebiet und, wenn diese Grenze eine Küste ist, zum Weltverkehr.

Die Frage nach der Abhängigkeit des inneren Zusammenhanges von der Form des Umrisses würde in der Weise zu behandeln sein, daß man für jeden Punkt des betrachteten Gebietes, sagen wir einer Insel, das sogenannte Problem der Entfernung des Ackers vom Hofe löste, mit der besonderen Beschränkung, daß nicht die geradlinige Entfernung je zweier Punkte, sondern der kürzeste ganz innerhalb der Figur verlaufende Weg zwischen ihnen in Rechnung zu ziehen wäre, und aus allen diesen Werten das Mittel bildet. Da diese Integration sich aber nicht in geschlossener Form ausführen läßt, ist diese Aufgabe nicht allgemein lösbar; ein verwendbares Näherungsverfahren zu finden, ist dem Verfasser bisher nicht gelungen, die wirkliche Ermittlung der Entfernungen mit dem Zirkel (nur wo die Verbindungsgerade zweier Punkte stets ganz innerhalb der Figur liegt, können Mittelwerte durch Rechnung erhalten werden) ist aber bei weitem zu zeitraubend, so daß wir dieses Problem der mittleren Binnenentfernung einstweilen auf sich beruhen lassen müssen.

Die Frage nach dem mittleren Abstand von der Grenze ist in der angeführten Abhandlung des Verfassers behandelt, unter Verwendung der graphischen Methode (Konstruktion der chorigraphischen Kurve), wobei die Diagramme ein Bild von der Verteilung der Fläche auf die mehr oder weniger von der Küste entfernten Zonen geben, das wohl der von Ehrenburg<sup>1)</sup> vorgeschlagenen «mittleren Flächengestaltungskurve» des Erdraums vorzuziehen ist, weil bei ihrer Konstruktion jede Willkür ausgeschlossen bleibt. Ehrenburg will nämlich um einen der Mittelpunkte der Grundkalotten konzentrische Kreise legen und dann von der Verteilung des Festen und Flüssigen auf den einzelnen Ringen ein Diagramm entwerfen, wie es Dowe<sup>2)</sup> für die gleiche Verteilung auf der Erdoberfläche konstruiert hat. Die Wahl des betreffenden Mittelpunktes ist eine willkürliche, und ganz unwesentliche Veränderungen der Küste (z. B. Versanden einer tiefen Bucht) könnten mit seiner Verschiebung beträchtliche Änderungen der «mittleren Flächengestaltungskurve» bewirken.

Es sind gegen das Verfahren des Verfassers zwei Einwendungen erhoben worden, denen gegenüber er sich zu rechtfertigen hat, der eine von Ehrenburg<sup>3)</sup> wendet sich zugleich gegen die ähnlichen nur nicht so allgemein behandelten Vorschläge von W. Schmidt<sup>4)</sup> und R. Michael<sup>5)</sup> mit der Behaup-

<sup>1)</sup> a. a. O., S. 43.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. allgem. Erdkunde N. F. XII. Berlin 1862, Tafel I.

<sup>3)</sup> K. Ehrenburg, a. a. O., S. 31.

<sup>4)</sup> W. Schmidt, Über einige geographische Veranschaulichungsmittel. Wien 1889.

<sup>5)</sup> R. Michael, Meerfernen des deutschen Reiches. Jahresber. d. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien, XV, 1889.

tung: «daß den erhaltenen Werten, entgegengesetzt der Ansicht ihrer Urheber (z. B. Rohrbach) die Anschaulichkeit fehle», der andere von Hettner<sup>1)</sup> bezieht sich auf gewisse, am Schlusse der Arbeit über mittlere Grenzabstände vorgeschlagene Erweiterungen des Verfahrens.

Es sei gestattet, zuerst auf den Vorwurf mangelnder Anschaulichkeit einzugehen. Die abgeleiteten Gröfsen (mittlerer Küstenabstand, mittlere Zugänglichkeit, relative Zugänglichkeit) geben allerdings nicht eine Vorstellung von der geometrischen Konfiguration der Kontinente, durch welche man etwa in den Stand gesetzt würde, den ungefähren Umrifs derselben zu zeichnen, aber eine Zahl, die das gestattete, ist überhaupt nicht denkbar, und ihre Ermittlung wäre, wenn möglich, völlig zwecklos, denn wozu haben wir denn die Karte mit ihrer wirklichen Anschaulichkeit? Unsere Werte, besonders der mittlere Grenzabstand, sollen vielmehr das anschaulich darstellen, was in dem mannigfaltigen Bilde der Karte nicht unmittelbar erfaßt werden kann; dazu werden die Zonen gleichen Abstands gezeichnet, dazu wird der auf die einzelnen entfallende Anteil durch die chorigraphische Kurve dargestellt, dazu schliesslich der Mittelwert abgeleitet, auch kann die untersuchte Gröfse direkt durch ein plastisches Modell<sup>2)</sup> in der einfachsten Weise dargestellt werden und dazu muß sie doch gewifs anschaulich sein.

Nun zu dem Einwande Hettner's, der nur auf einem Mißverständnis der beanstandeten Stelle beruhen kann, aber zur ausführlicheren Klärung der Sache willkommenen Anlaß giebt.

Ganz am Schlusse der Arbeit des Verfassers, nachdem die Ergebnisse nochmals zusammengefasst sind, heißt es: «Schliesslich dürfte ein Hauptvorteil unserer Methode darin liegen, daß dieselbe in ihrer Anwendung keineswegs auf rein morphologische Untersuchungen beschränkt ist, sondern ohne weiteres auch verkehrs-geographischen Untersuchungen dienstbar gemacht werden kann. Wenn morphologisch die Eismeerküsten denen niederer Breiten gleichwertig sind und bisher dementsprechend berücksichtigt wurden, so hindert uns andererseits nichts, wo es sich um Fragen des Verkehrs handelt, solche Küsten, die einen Zugang nicht bieten, auch dementsprechend bei der Konstruktion der Äquidistanten unberücksichtigt zu lassen, während andererseits schiffbare Ströme wie Teile der

<sup>1)</sup> A. Hettner a. a. O., S. 9.

<sup>2)</sup> In dem Katalog der Internationalen Schulgeographischen Ausstellung zu Bern 1891 werden auf S. 106 «Modelle von geometrischen Kontinentalitätsflächen für Afrika, Australien, Süd-Amerika von J. Kleiber, Doz. a. d. Univ. St. Petersburg» aufgeführt, die in sehr einfacher Weise durch Aufschütten von Sand hergestellt sein sollen. In der citirten *Izvestija der Kais. russ. Ges.* fand sich nur eine Notiz von zwei Zeilen mit dem Verweis auf eine andere hier in Gotha nicht vorhandene Publikation. Eine Anfrage an den Verfertiger kam mit dem dienstlichen Vermerk «nach dem Willen Gottes gestorben» zurück. Leider fand ich bisher nicht Zeit, die von Kleiber empfohlene Art der Herstellung solcher Modelle, die wesentlich bequemer als die meinige ist, zu versuchen und erfuhr schliesslich, daß der über diesen Gegenstand im April 1890 in der Kaiserl. russ. geogr. Gesellsch. gehaltene Vortrag Kleiber's, dessen Modelle nach mündlicher Mitteilung des Herrn Prof. Brückner sich gegenwärtig im Besitz der Universität Bonn befinden, überhaupt nicht gedruckt worden sei.

Küste behandelt werden können. Ein Hoehgebirge gebietet dem Vordringen der Äquidistanten Halt, welche nur von den Enden desselben oder von besonders zu berücksichtigenden Passübergängen aus in Form von konzentrischen Kreisbogen in das hinter dem Gebirge gelegene Gebiet eindringen können.»

Hettner<sup>1)</sup> bemerkt, nachdem er hervorgehoben, daß ein mathematischer Ausdruck für die Gesamtheit der Verkehrsbedingungen auch durch die neue Methode nicht gewonnen werde: «R. sucht sich diesem Ziele anzunähern, indem er vorschlägt, unzugängliche Küsten auszuschließen, bei vorlagernden Gebirgen die Linien gleichen Küstenabstandes nur durch die Pässe in das Innere eindringen zu lassen u. s. w., aber er würde damit den Wert seiner Methode, nämlich einen reinen Ausdruck für die horizontale Gliederung zu gewinnen, preisgeben und doch nur wenig erreichen; denn wenn er ein Loeh verstopft, so strömen die Schwierigkeiten, wie bei einem Siebe, durch zahllose andere Öffnungen herein. Keine geometrische Methode, sondern nur eine eingehende, das Wesen der Erscheinungen erfassende Betrachtung der Natur ist im Stande, der unendlichen Mannigfaltigkeit der geographischen Bedingungen gerecht zu werden.»

Dem letzten Satze stimmen wir unbedingt zu, ohne darum der mathematischen Behandlung einzelner Fragen ihre Berechtigung als Hilfsmittel zur Klärung derselben abzuspreehen, was wohl auch Hettner nicht will; der im ersten Satze enthaltene Vorwurf aber würde nur zutreffen, wenn in der That die Absicht ausgesprochen wäre, die, kurz ausgedrückt, rein morphologischen Ergebnisse zu verwerfen und durch andere «mehr enthaltende» zu ersetzen.

Niemand kann weiter von einem solchen Vorhaben entfernt sein als der Verfasser, was nach dem zuvor über die notwendige Auseinanderhaltung der einzelnen Faktoren Gesagten kaum versichert zu werden braucht; es handelt sich für ihn nicht darum, möglichst viel durch eine Zahl auszudrücken und diese allein als besonders kostbare Errungenschaft aufzubewahren, sondern darum, den Einfluß einzelner geographischer Bedingungen auf gewisse Verhältnisse — hier die des Verkehrs — gesondert zu studieren, und gerade dafür scheint der seinerzeit nur kurz angedeutete Weg besonders geeignet.

Daß die horizontale Entfernung oder die Länge des zwischen zwei Orten zurückzulegenden Weges, da wo überhaupt ein ungehinderter Verkehr durch ein einigermaßen homogenes Gebiet möglich ist, die wichtigste Größe für alle Verkehrsfragen bildet, ist wohl unbestritten; zur Bestätigung dieser Auffassung genügt der Hinweis darauf, daß mit wenigen Ausnahmen (Zontarife für Postsendungen und Personenverkehr) die Kosten jeden Transportes von staatlichen und privaten Verkehrsvermittlern der Entfernung proportional erhoben werden.

<sup>1)</sup> a. a. O., S. 9.

Wir legen daher, wenn wir den Einfluss irgend welcher geographischer Bedingungen auf die Erleichterung (schiffbarer Flüsse) oder Erschwerung (vereiste Küste, Hochgebirge) des Verkehrs ermitteln wollen, mit Recht die Entfernung zu Grunde und fragen nach deren Verkleinerung (ins Land vorgeschobene Lage des Hafens) oder Vergrößerung (Notwendigkeit den Verkehr über Land nach eisfreien Küsten zu leiten, Umweg um das Gebirge oder über Pässe). Zu diesem Zwecke brauchen wir nur die Äquidistanten einmal ohne Rücksicht auf die Bedingungen, deren Einfluss näher erforscht werden soll, einmal mit Berücksichtigung derselben zu entwerfen, aus den auf die einzelnen Zonen entfallenden Arealen die beiden chorigraphischen Kurven zu konstruieren und die Mittelwerte zu bestimmen. Beide Zahlen neben einander gestellt, und durch die beiden (mit zu publizierenden) Äquidistanten-Karten nebst Diagrammen illustriert, zeigen uns, von welcher Art und Grösse der untersuchte Einfluss ist; wer ein besonderer Liebhaber von unbenannten Zahlen ist, mag ihren Quotienten bilden, wir halten die Differenz für lehrreicher, weil sie selbst eine Entfernung darstellt; allenfalls könnte man die Vermehrung oder Verminderung in Prozenten ausdrücken.

Der besondere Wert des Verfahrens liegt auch hier nicht in den schliesslich erhaltenen Mittelwerten, sondern in den Vergleichen, zu denen die Karten mit den eingetragenen Äquidistanten und die Kurven Gelegenheit geben; die ersteren zeigen uns, bis in welche Gebiete sich der untersuchte Einfluss unmittelbar geltend machen kann, und in welchem Masse ungefähr er hier oder dort zur Wirkung kommen wird, die letzteren, wie sich das gegenseitige Verhältnis der mehr oder minder aufgeschlossenen Flächenteile verändert.

Wenn wir so vorgehen, so zwingen wir nicht heterogene Faktoren in eine einzige Zahl als ihr Produkt hinein, sondern wir gewinnen in den verschiedenen Mittelwerten desselben Gebietes ein brauchbares Vergleichsmaterial, vor allem aber in den Konstruktionen selbst, die sich auch hier durch plastische Modelle ersetzen lassen, wertvolle anschauliche Darstellungen verkehrsgeographischer Bedingungen.

Gerade für Gegenstände, die der exakten Behandlung so viel Schwierigkeiten bieten wie letztere, sollte man auf kein irgend brauchbares Hilfsmittel verzichten.

Gotha, im Januar 1893.

---



Zur  
**Karte von Ostasien.**

---

Von  
**Dr. Hans Fischer**  
Leipzig.

(Hierzu die Karte von Ostasien.)





Unsere Kenntnisse von Asien haben in den letzten Jahrzehnten außerordentliche Fortschritte gemacht. In den Gebieten, wo sich die Interessen verschiedener Nationen begegnen, wie in der Pamir und im indochinesischen Grenzgebiet, sind diese Fortschritte so schnell, daß dem Kartographen die Arbeit unter der Hand veraltet.

Die vorliegende neue Handkarte von Ostasien umfaßt das eigentliche Forschungsgebiet des Herrn Prof. Freiherrn von Richthofen, und ich freue mich, meinem hochverehrten Lehrer ein wenn auch sehr verkleinertes Abbild der Gegenden widmen zu dürfen, die er bereist und in neuem Lichte dargestellt hat.

Nur kurz möchte ich hier darlegen, auf welchem Material die Karte beruht.

Wie für die meisten Meeresküsten, so kommen auch für die des östlichen Asiens die englischen Seekarten in erster Linie in Betracht. Für die Küsten des asiatischen Rußland wurden natürlich auch die russischen Seekarten mit herangezogen, doch beruhen sie hauptsächlich auf denen der Engländer.

Wie diese so vielfach auch anderwärts ihre Aufnahmen in das Innere ausgedehnt haben, so schlossen sie hier an ihre Küstenaufnahme die des Yang-tsze-kiang bis hinauf nach Kwei-tschou sowie des Hsi-kiang (oder des Westflusses von Canton) bis Pe-se an. Die Geschichte der Reisen zeigt uns nun deutlich den Drang der Engländer sowie der Franzosen, von Indien und China, beziehungsweise von Süden her, die Zugänge zu der sehr metallreichen, südwestlichsten Provinz China's, zu Yün-nan, zu erforschen. Was hier bis etwa vor 10 Jahren geleistet war, hat Dr. B. Hassenstein in verdienstvollster Weise zusammengestellt (Pet. Mitt. 1882, Tafel 10 mit Text; s. ebenda 1883, Tafel 1). Die Thätigkeit der Franzosen ist jetzt zu einem Stillstand gekommen; sie beschränkt sich auf ihr eigenes Gebiet (Carte générale du Tonkin, par Nay, 1890, 1 : 1 Mill.). Dagegen arbeiten die Engländer rastlos weiter und scheinen ihren Nebenbuhlern in Indochina den Rang abzulaufen. Needham's Reise im Thal des Lohit-Brahmaputra aufwärts

entschied, daß der Irawadi nicht der Unterlauf des Sang-po sein kann (Suppl. Papers, R. Geogr. Soc. 1888); daß es der Brahmaputra ist, wurde durch die Reise des Punditen K. P. erwiesen («Cosmos» di G. Cora 1886—1888, Tafel V). Bereits 1884/85 hatte Woodthorpe von Sadiya aus das Quellgebiet des Irawadi erreicht; ganz neuerdings, 1890/91, erforschte eine Frontier Expedition unter Eliott den Irawadi bis hinauf zu 26° 15' Breite (Proc. R. G. S. 1892, S. 161 ff. mit Karte in 2 Blatt).

Überraschend schnell sind die Fortschritte unserer Kenntnis von Upper Burma, welches 1886 in englischen Besitz überging. Hier finden wie in Indien planmäßige Aufnahmen statt, die fast alljährlich Neu-Ausgaben der Übersichtskarten nötig machen. So haben wir eine Preliminary Map von Upper Burma in 1 : 1 013 760, welche 1889 zum fünften Mal erschien; ferner Burma and adjacent Countries, welches 1890 neu herausgegeben wurde (2 Blatt, Maßstab 1 : 2 027 520; diese Karte umfaßt auch ganz Lower Burma und einen großen Teil von Siam). Das Aufnahme-Bureau in Calcutta veröffentlichte außerdem im Jahre 1890 Preliminary Maps von den Chin Hills, sowie der Anglo-Siamese Boundary Commission 1889—90. Bereits jetzt ist Dutreuil de Rhins' Carte de l'Indo-Chine orientale (1881, zweite verbesserte Auflage 1886) sowie Sharbau's Kingdom of Siam (Proc. R. Geogr. Soc. 1888) teilweise veraltet.

Für das eigentliche China kommt v. Richthofen's «China» nebst Atlas in erster Linie in Betracht. Von großer Bedeutung sind ferner die zahlreichen Messungen und Beobachtungen, welche Dr. Fritsche, der langjährige Direktor des russischen Observatoriums in Peking, auf seinen ausgedehnten Reisen in den Provinzen Tschili und Schantung, sowie in der Mongolei und Mandchurei angestellt hat (Pet. Mitt., Erg.-Heft 78). Nach seinen Positionsbestimmungen wurde auf der vorliegenden Karte die Küste bei Niu-tschwang sowie die Nordküste von Schantung niedergelegt. Der untere Hwang-ho wurde 1868 von Ney Elias aufgenommen (Journ. R. Geogr. S. 1870; die Karte giebt auch manches für die Gegend des Großen Kanals); die Änderungen, welche dieser Flußlauf in den letzten Jahren erlitten hat, wurden möglichst vollständig eingetragen (z. B. nach Pet. Mitt. 1889, S. 278). Eine Aufnahme des Tsien-tang-kiang durch denselben Ney Elias von Kiu-tschou bis Hang-tschou war schon 1867 gemacht worden. Die große ungarische Expedition des Grafen Szechenyi, welche 1877—80 China bereiste, kam auch einzelnen südlich vom Yang-tsze gelegenen Gegenden zu Gute, so der zwischen Schang-hai und Nan-king und der vom Po-yang-See südlich bis Kien-tschang (s. die beiden Spezialkarten im 1. Bande des in ungarischer Sprache abgefaßten Reisewerks, 1890). Im Jahre 1879 durchquerte Creagh von Amoy aus bis zum Tung-ting-See das südliche China; weder aus seinem Bericht noch aus seiner Karte läßt sich auf hohe, lange, wasserscheidende Gebirgsketten schließen, wie sie fast stets auf den Karten zu sehen sind (Journal R. Geogr. S. 1880). Die Gegend zwischen Canton und dem Tung-ting-See hatte Morrison



1878 durchzogen (Proc. R. Geogr. S. 1880), und von dem letzteren aus war Fr. Garnier 1873 über Tsching-tschou nach Tschung-king, sowie Margary 1874 durch die Provinzen Kwei-tschou und Yün-nan zum Irawadi gereist (Bull. de la S. de Géogr. 1874, resp. Journal R. Geogr. S. 1876). Den Lauf des Yang-tsze von Tschung-king abwärts bis Kwei-tschou entnahmen wir der Karte zu Swinhoe's Arbeit über diesen Fluß (Journal R. G. S. 1870), und für die Provinz Kwangtung wurden Dr. Hirth's Karten verwertet (Pet. Mitt. 1873, Tafel 1 und Jahresber. d. Ver. f. Erdk. Leipzig 1881, Tafel 1). Im Jahre 1882 schloß Colquhoun an die oben erwähnte Aufnahme des Hsi-kiang Routenaufnahmen, welche bis Ta-li reichen (Suppl. Pap. R. Geogr. S. 1887); 1883 bereiste Hosie von Tschung-king aus die Provinzen Sz'-tschwan, Kwei-tschou und Yün-nan (Proc. R. Geogr. S. 1886), und 1890 stellte Agassiz auf einer Reise von Nan-ning am Yü-kiang nach Ton-kin fest, daß Tai-ping im Stromgebiete des Hsi-kiang und nicht des Ngan-nan gelegen ist (Proc. R. Geogr. S. 1891).

Die oben erwähnte Expedition des Grafen Szechenyi war alsdann von Han-kou nach Hsi-ngan und Lan-tschou gelangt und drang von hier aus durch die Yü-mönn-Passage bis etwas über An-si-fan hinaus vor. Von Lan-tschou aus besuchte sie den Kuku-nor und wandte sich alsdann nach Süden, um über Tscheng-tu, Batang und Bhamo zurückzukehren. Mit dem ersten Bande der wissenschaftlichen Ergebnisse gelangte auch ein Atlas, 1890, zur Veröffentlichung, welcher vom Topographen der Expedition Kreitner gleich nach Beendigung der Reise gezeichnet worden war (15 Blatt in 1:1 Mill.). Der Geolog der Expedition, Prof. v. Lóczy, gab seinerseits im Jahre 1886 eine Karte vom ganzen Chinesischen Reiche heraus (Maßstab 1:7 500 000), die auf sorgfältiger Verarbeitung alles vorhandenen Materials beruht. Auch einige schematische Darstellungen des Kwen-lun-Systems und der Gebirge des östlichen China (Reisewerk, Bd. I S. 567 und Tafel X) kommen hier in Betracht. Es wurden ferner die zum Teil mit Szechenyi's Reise zusammenfallenden Routenaufnahmen, die der Ingenieur Michaelis 1879—81 mit großem Fleiß und außerordentlicher Sorgfalt gemacht hat, hier benutzt. Zunächst unternahm derselbe einen Ausflug von Han-kou aus nach Nordosten bis zum Mu-ling; dann fuhr er den Han-kiang hinauf und besuchte von Fan-tschöng aus die etwas nördlich von Yü-tschou liegende, nur 330 m hohe Wasserscheide im Kwen-lun. Der Pafs, welcher hier durch das Gebirge führt, ist nach Michaelis' Karte ziemlich eng und nicht so breit, wie ihn v. Richthofen nach Erkundigungen in seine Karte eintrug (China, Bd. II, Tafel VIII). Die Weiterreise geschah über Hsi-ngan nach Lan-tschou und in der Yü-mönn-Passage bis Su-tschou, von wo aus Michaelis noch einen Abstecher nach Süden bis zum Nan-schan machte (Pet. Mitt. Erg.-Heft 91 mit 3 Karten in 1:1 Mill.).

Neben der v. Lóczy'schen Übersichtskarte des Chinesischen Reiches fand auch diejenige vielfache Verwendung, welche Matusowski seinem Buch

über China beigegeben hat (4 Blatt, 1:5 250 000, Petersburg 1889). Für die Gegenden, wo neueres Original-Material nicht vorliegt, sind wir auf die Aufnahmen der Jesuiten zurückgegangen (Nouvel Atlas de la Chine, de la Tartarie Chinoise etc. par Mr. d'Anville, à la Haye 1737). Dafs die trefflichen systematischen Litteraturberichte von Dr. Lullies über die geographischen Forschungen in Asien in H. Wagner's Geogr. Jahrbuch, sowie die Nouvelle Géographie Universelle von El. Reclus (Bd. VIII, L'Asie Orientale erschien 1882) viel benutzt wurden, sei nur beiläufig bemerkt. Auch aus Suess' «Antlitz der Erde» schöpft der Kartograph vielfache Belehrung.

Centralasien und das östliche Tibet sind in den letzten Jahren das Ziel verschiedener Reisen gewesen. Zuerst sei hier erwähnt der Pundit A. K., welcher 1879—82 das grofse Gebiet zwischen Lhasa und Ta-tschien-lu nach Norden hin bis zum Kuku-nor und bis über Tsaidam hinaus durchwanderte (Pet. Mitt. 1885, Tafel 1). Ungleich wichtiger sind die 4 grofsartigen Reisen, welche Prsche-walski 1871—73, 1876/77, 1879/80 und 1884/85 in Centralasien ausgeführt hat. (S. die grofse Karte im vierten Reisewerk 1888, sowie die Übersichtskarte seiner Reisen mit Berücksichtigung anderer in Pet. Mitt. 1889, Tafel 2). Auch die ausgedehnten Reisen Carey's, 1885—87, kommen hier in Betracht (Suppl. Pap. R. Geogr. S. 1890), sowie die grofsartige Reise Bonvalot's, 1889/90, vom Lob-nor zum Tengri-nor und von da über Tschiamdo nach Batang (Bull. de la S. de Géogr. 1891). 1887 durchzog Younghusband ganz Centralasien von Peking aus (Proc. R. Geogr. S. 1888), ebenso fast gleichzeitig Bell (ebenda 1890). Wie der Vorbericht und die provisorische Kartenskizze von den umfangreichen Forschungen der Brüder Grum-Grschimailo in Centralasien ahnen läfst, wird das demnächst erscheinende grofse, mit Karten ausgestattete Reisewerk gröfsere Teile unserer Karte über den Haufen werfen. (Proc. R. Geogr. Soc., 1891).

Der hohe Eifer, mit welchem die Russen die Erforschung ihrer asiatischen Besitzungen und deren Grenzgebiete betreiben, zeigt sich nicht blofs in der Zahl und Ausdehnung der Reisen, sondern auch in der kartographischen Darstellung. Die neue Karte des südlichen Grenzgebiets des asiatischen Rußland, 1889 ff., bedeutet einen grofsen Fortschritt. Bis jetzt sind (in dem grofsen Mafsstabe von 1:1 680 000) die Sektionen Nikolajewsk, Irkutsk, Blagowjeschtschensk, Wladiwostok, Peking, Söul und Schang-hai erschienen. Die Wiedergabe des Reliefs entbehrt allerdings der scharfen Charakterisirung, wie ein Vergleich einzelner Sektionen mit v. Richthofen's Atlas lehrt. Für die noch fehlenden Blätter sind wir, wenn neueres Material nicht vorlag, auf die Karte des asiatischen Rußland zurückgegangen, welche der militär-topographische Hauptstab in St. Petersburg 1883 im Mafsstab 1:4 200 000 herausgab.

Als tiefste Stelle der östlichen Gobi galt bisher Özön-choschu (an der kürzesten Strafse von Kalgan nach Urga gelegen), dessen Meereshöhe einer älteren

Messung zufolge 607 m beträgt. Dr. Fritsche, welcher wie oben erwähnt auf seinen Reisen in der Mongolei und Mandschurei so viele Höhen und Positionen bestimmt hat, beobachtete leider an diesem Punkte nicht. Da auf den neueren Karten, wo der Ort Gaschun heisst, eine Höhenangabe nicht hinzugefügt ist, erscheint uns der Wert der oben angeführten Zahl zweifelhaft.

Durch denselben verdienstvollen Forscher ist in die Hydrographie des oberen Amurgebiets Klarheit gekommen. Der Argun, welcher im Oberlauf auch Chailar heisst, kommt nämlich vom Chin-gan herab; bei dem spitzen Winkel, unter dem er sich dann nach Nordosten wendet, sendet er einen Arm südwestwärts zum Kulun- oder Dalai-nor, welcher somit als abflussloser See zu gelten hat (s. Fritsche, Pct. Mitteil., Erg.-Heft 78, Tafel 2). Da derselbe in flachen Steppenboden eingesenkt ist, liegt die Möglichkeit vor, daß er zeitweilig zum Argun abfließt.

Der Zeichnung von Korea liegt Dr. Satow's Karte zu Grunde (Pct. Mitteil. 1883, Tafel 10). Einige Angaben lieferten Carles und Campbell, welche in neuerer Zeit Nord-Korea bereisten (Proceed. R. Geogr. S. 1886 und 1892).

Für die Darstellung Japans ist Dr. Hassenstein's großartiger Atlas im Maßstabe 1 : 1 Mill. (die Übersichtskarte in 1 : 7 500 000), Gotha 1885—87, maßgebend. Statistisches Material entnahmen wir Whitney, A concise Dictionary of the principal Roads, chief towns etc. of Japan, 1889, sowie (in Bezug auf die Eisenbahnen) der Karte der protestantischen Mission in Japan in der Zeitschr. f. Missionskunde u. Religionswissenschaft, 1890, Heft 1.

Die Zeichnung der Gebirgssysteme folgt in erster Linie natürlich v. Richt-hofen's «China». Wo neuere Forschungen wie die eines Prschewalski manches anders im Detail erwiesen haben, wurde das benutzt. Der Kartograph ist ja geneigt, die Resultate der praktischen Forschung der wenn auch genialen Hypothese vorzuziehen. Im übrigen freue ich mich, mit Dr. Wegener's prächtiger Arbeit über den Kwen-lun (Zeitschr. d. Ges. f. Erdkde, Berlin 1891) in den meisten Punkten übereinzustimmen.

Wohl zum ersten Male richtig erscheint die Gebirgszeichnung auf der vorliegenden Karte in der Umgegend von Kwei-tschou. Wie v. Richt-hofen sagt, beginnt unterhalb Tschung-king der Yang-tsze eine Anzahl von Faltungen zu verqueren, die nach Nordost ziehen und einen Teil des sogenannten Ta-pa-schan bilden. Bei der Fahrt auf dem Flusse verquert man Kette auf Kette, bis man bei I-tschang in offenes Land kommt («China» II, S. 28). Die detaillirte Aufnahme der Engländer verzeichnet auf der in Betracht kommenden Strecke eine Reihe von Gorges und Rapids, die also die Durchbrüche durch die einzelnen Ketten bedeuten.

Die neue politische Einteilung Chinas, welche schon auf der v. Lóczy-schen Übersichtskarte 1886, dann auch auf der von Matussowski zur Darstellung gelangte, entnahmen wir Hermann Wagner's «Bevölkerung der Erde» VIII (Pet. Mitteil., Erg.-Heft 101).

Das Gradnetz der vorliegenden Karte ist eine normale, winkeltreue Kegelprojektion. Über diese, wie über eine Reihe anderer Projektionsarten, wird eine berufene Feder bei Gelegenheit schreiben.

Leipzig, im Januar 1893.

---



# OST-ASIEN.



**ZEICHENERKLÄRUNG:**

■ Chinesisches Reich. ■ Eigenliches China  
(20 Provinzen) u. SICHUAN-TUNG-SIN-TSING u. den schau-lan-  
den & Ili & Mandschurei (Provinzen) SICHUAN-ZING, KIRIN &  
REI-LUNG-KIANG (Mandschurei) u. LIAO-TUNG (Mandschurei)  
■ Japanisches Reich. ■ Staat der jetzigen, administrativen  
Einteilung in 46 Bezirke (Ken) sind die noch vielfach  
gebräuchlichen Namen der früheren, nach den Landstrichen.  
Die Provinzen der Mandschurei sind: 1. LIAO-TUNG, 2. KIRIN,  
3. KOREA, 4. UNABHÄNGIGE GEBIETE (Mandschurei)  
■ Russisch-Asien (Sibirien) ■ Britischer Besitz  
■ Französischer Besitz ■ Portugiesischer Besitz

■ ORTE über 100.000 Einwohner. ■ Ältere Orte  
■ Orte über 10.000 Einwohner  
Die eigentlichen China (ohne Mandschurei & SICHUAN) sind die Orte  
1. Kiang-Province u. Beihaupten mit dem Charakter der Provinz  
2. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
3. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
4. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
5. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
6. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
7. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
8. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
9. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
10. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
11. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
12. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
13. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
14. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
15. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
16. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
17. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
18. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
19. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
20. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
21. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
22. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
23. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
24. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
25. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
26. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
27. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
28. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
29. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
30. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
31. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
32. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
33. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
34. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
35. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
36. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
37. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
38. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
39. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
40. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
41. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
42. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
43. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
44. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
45. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
46. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
47. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
48. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
49. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
50. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
51. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
52. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
53. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
54. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
55. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
56. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
57. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
58. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
59. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
60. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
61. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
62. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
63. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
64. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
65. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
66. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
67. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
68. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
69. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
70. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
71. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
72. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
73. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
74. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
75. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
76. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
77. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
78. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
79. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
80. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
81. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
82. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
83. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
84. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
85. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
86. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
87. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
88. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
89. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
90. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
91. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
92. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
93. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
94. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
95. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
96. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
97. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
98. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
99. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten  
100. Kiang-Province (mit dem Charakter der Provinz) u. Beihaupten





Zur  
wirtschaftlichen Stellung des Negers.

---

Von  
Dr. Eduard Hahn  
Berlin.







Vierhundert Jahre verflossen, seit Afrika in seinen Küstenumrissen den europäischen Kulturnationen bekannt und seitdem es das Ziel oder doch der Berührungspunkt eines ungemein ausgedehnten Handels geworden ist; trotzdem hat es vierhundert Jahre gedauert, bis der europäische Einfluß im eigentlichen Afrika irgendwo dauernd Fuß faßte. Während die alte Kultur Ostindiens bald der kalten Berechnung des Engländers unterlag, während das hochentwickelte Java in den Besitz der klugen Holländer trotz ihrer geringen Machtmittel geriet, während die ungeheuren Gebiete Süd- und Mittel-Amerika's von einer im Vergleich zum Raum winzigen Handvoll Spanier und Portugiesen dauernd unterworfen wurden, hat sich das Afrika des Negers bis in unsere Zeit vom europäischen Einfluß frei zu halten gewußt. Gerade jetzt, da sich die im Sinne unserer Politiker definitive Aufteilung Afrika's an die europäische Civilisation vollzieht, ist es wichtig, sich klar zu machen, worin diese große Unabhängigkeit Afrika's begründet gewesen ist. Im allgemeinen hat man diesen Grund darin gesucht, daß Afrika sich einer ganz besonderen Unzugänglichkeit, zumal für den Europäer, erfreue. Man hat die Ursache in der geringen geographischen Gliederung, in der Buchtenlosigkeit des Kontinents gefunden, der hinter seiner unzugänglichen, sumpfigen und fieberschwangren Küstenzone sich in schwer passirbaren Steilrändern erhebt. Es ist ja richtig, kein einziger der afrikanischen Flüsse bildet eine natürliche Wasserstrasse vom Meer ins Land hinein; es ist auch richtig, daß die klimatische Ungunst der scheinbar reichsten Gebiete von Afrika, die der Handel bevorzugte, also die Küste von Ober- und Nieder-Guinea und von Sansibar und Mozambique, für den Europäer so mörderisch sind, daß man mit Recht auf die Unzugänglichkeit des ganzen Kontinents für Europäer glaubte schließen zu können. Gewiß kommt auch diesen Faktoren ein großer Einfluß zu: kein anderer Kontinent hat eine so große Reihe als Märtyrer gefallener Forscher aufzuweisen, wie gerade Afrika; trotzdem können diese Faktoren keine so gar große Rolle spielen; denn als durch die Negerfrage und durch die Mission im Sinne Livingstone's das europäische Interesse einmal anhaltend für Afrika geweckt war, mußte der Kontinent seine so lange gehüteten Geheim-

nisse, bis auf den geringen noch übrigen Rest, in wenigen Jahrzehnten herausgeben. Der Grund für diese politische Selbständigkeit wird vielmehr in einem stark ausgesprochenen politischen Selbstgefühl des Negers, und zwar ganz besonders dem Europäer gegenüber, liegen. Es scheint, daß die eigentümlichen Charakterzüge des Negers mehr Einfluß gehabt haben, als die rein plastischen Verhältnisse des Kontinents.

Zu dieser Auffassung wird man kommen müssen, wenn man die Verhältnisse des Negers unabhängig von unseren wirtschaftlichen und politischen Anschauungen und Verhältnissen untersucht. Die ausgesprochene politische Selbständigkeit des Negers entspringt einer ethnologischen Anlage, sie ist aber begünstigt und ausgebildet durch die eigentümliche autochthone, mit dem Charakter des Negers eng verwachsene und relativ sehr hoch entwickelte Wirtschaftsform, den afrikanischen Hackbau<sup>1)</sup>. Weil ihm auf afrikanischem Boden seine für afrikanische Verhältnisse und an den afrikanischen Charakter ausgezeichnet angepasste Wirtschaftsform vollkommen genügte, liefs sich der Neger von dem Europäer durchaus nicht imponiren; er hat deshalb auf afrikanischem Boden niemals an jener psychischen Depression gelitten, die sich anderer tiefer stehender Völker bei der Berührung mit der europäischen Civilisation so leicht bemächtigt. Dieser selbständige politische Charakter des Negers hat es ihm auch gestattet, sich gegenüber dem Weißen selbst unter sehr ungünstigen Umständen politisch geltend zu machen.

Ich habe hier immer den Ausdruck Neger gebraucht; ich will gleich bemerken, daß ich darunter die Hauptmasse der Bevölkerung des afrikanischen Kontinents südlich von der großen Wüste verstehe; Nord-Afrika gehört ja in allen wesentlichen geographischen, ethnologischen und geschichtlichen Beziehungen zum Mittelmeerbecken. Egypten könnte man fast ein asiatisches Kulturland auf afrikanischem Boden, geschaffen und ernährt durch einen afrikanischen Strom, nennen; ich glaube aber, wir können der Autorität Schweinfurth's<sup>2)</sup> folgen und annehmen, daß bei besserer Kenntnis die afrikanischen Elemente in der ägyptischen Kultur sich als durchaus nicht unbeträchtlich herausstellen werden. Eine andere asiatische Kultur-Insel ist das Hochland des blauen Nils, Abessinien; hierhin hat ein süd-arabischer Stamm einige Jahrhunderte v. Chr. semitische Volkselemente, semitische Sprache und Kulturinflüsse getragen und so eine eigentümliche Halbkultur geschaffen. Im Norden des eigentlichen Rumpfes von Afrika, von den Ländern des Niger an bis zur Somal-Halbinsel, sind, mehr oder weniger geschlossen, eine Reihe von Völkerschaften verbreitet, deren Stellung und Zusammenhang im Einzelnen noch sehr dunkel ist; auch diese, die wir die hamitischen zu nennen pflegen, schliesse ich diesmal aus. Hier handelt

<sup>1)</sup> Ich verwende den in Petermann's Mitteilungen, 1892, S. 9 aufgestellten Ausdruck, da von anderer Seite kein besserer vorgeschlagen worden ist.

<sup>2)</sup> *Artes africanac*, S. VIII.

es sich um die Bevölkerung des ganzen Rumpfs von Afrika, die wir als Neger bezeichnen. Man hat in letzter Zeit sich bemüht, hier zwei große Gruppen auseinanderzuhalten: die Neger und die Bantu; da aber diese Unterscheidung nicht allgemein anerkannt ist, für unsere Frage auch gar keine Rolle spielt, wollen wir hier davon absehen. Denn gerade das Afrika des Negers wird von dem besonders berührt, was hier von der wirtschaftlichen und politischen Unzugänglichkeit Afrika's gesagt werden soll.

Von dieser politischen Unzugänglichkeit Afrika's bis in die letzte Zeit sind zwei scheinbare Ausnahmen vorhanden, die deswegen hier besprochen werden sollen. Einmal ist es den Holländern gelungen, am Kap Fuß zu fassen. Nun, trotz der großen Wichtigkeit, die das Kap als Schiffahrtsstation für die Holländer nach der Aufgabe St. Helena's hatte, wären sie hier kaum über eine räumlich wenig ausgedehnte Kolonie hinausgekommen, wenn sie mit Negern zu thun gehabt hätten; zum großen Glück der Holländer trafen sie aber keine Neger, sondern die schwachen Reste einer früher zweifellos ausgedehnteren Völkerschicht, die Hottentotten. Unter ihnen gelang es den Holländern Eingang zu finden; und erst als sich auf afrikanischem Boden ein kräftiger germanischer Stamm, die Afrikander, entwickelt hatte, gelang es auch, die Kaffern, die in ihrem Vordringen nach Süden jetzt an den Grenzen der Kolonie erschienen, freilich nach blutigen und gefährvollen Kämpfen, nicht allein zurückzuwerfen, sondern sie auch zum Teil unter den politischen Einfluß der Europäer zu bringen; der letzte der Kämpfe ist hier sicher noch nicht gekommen, auch unter europäischer Hoheit vermehren sich die Neger mit beängstigender Schnelligkeit; dabei erweist sich die rohe und anscheinend so unvollkommene Organisation der Neger als ungemein widerstandsfähig. Verhältnisse und Beziehungen, die die Europäer oft mit einem Federstrich zu beseitigen meinen, überleben Generationen. Bei dem numerischen Mißverhältnis zwischen dem Anwachsen der europäischen und schwarzen Bevölkerung, da die letztere sich, wie gesagt, in den ruhigen Zeiten ungemein vermehrt,<sup>1)</sup> ist es sehr zu befürchten, daß es hier noch einmal zu greuelvollen Rassekriegen kommen wird, wenn man fortfährt, unser Industrie-System auch auf die Negerbevölkerung der englischen Kolonien anzuwenden. Wenn man sich nicht Mühe giebt, auf Grund besserer Kenntnis des Negercharakters zu sichereren Zuständen zu kommen, dürfte die Katastrophe unausbleiblich sein.

Die andere Ausnahme bilden die portugiesischen Kolonien in Afrika; während im Osten der Einfluß der Portugiesen wesentlich auf einige unbedeutende Küstenplätze beschränkt blieb, hat Portugal eine große, ausgedehnte Kolonie, wenigstens scheinbar, in Westafrika besessen. Man wird leider sagen müssen,

---

<sup>1)</sup> Nach the Statesman's Yearbook 1892, S. 170, hatte Capland (und Dependenz) rund 375 000 Europäer und über eine Million Farbige.

daß dieser Besitz weder für Afrika noch für die Portugiesen ein Vorteil gewesen ist. Eigentümliche politische Verhältnisse, Wirren und Thronstreitigkeiten — so viel geht aus den unklaren Nachrichten hervor — müssen es den Portugiesen ermöglicht haben, im damals mächtigen und großen Königreich Kongo Fuß zu fassen. Aber trotz aller Bemühungen gelang es nirgend, eine Plantagenkultur mit schwarzen Sklaven und weißen Besitzern zu einer auch nur bescheidenen Blüte zu bringen. Das Land blieb deshalb immer eine Last für das Mutterland, und wurde, im Gegensatz zu Brasilien, eigentlich nur als Verbrecherkolonie erhalten. Macht, Glanz und Reichtum ist Portugal nie daraus erwachsen. Und doch haben die Portugiesen eins geleistet, was sonst niemand fertig brachte. Auf der ganzen Küstenlinie vom Senegal bis zur Kapkolonie ist S. Paolo de Loanda die einzige europäische Stadt mit europäischem Äußern. Immerhin ein aner kennenswerter Beweis der portugiesischen Fähigkeit im Kolonisiren. Sonst aber haben die Portugiesen, wie so oft in Ceylon, Indien, Macao und anderswo, nur eine verkommene portugiesische Mischbevölkerung und ein verdorbenes Portugiesisch als Handelssprache hinterlassen. Und sollte sich nicht die Befähigung, neben dem Neger zu existiren, auf sehr einfache, wenn auch den Portugiesen wohl kaum sehr erwünschte Weise so erklären lassen, daß man sie der starken Versetzung der Portugiesen mit Negerblut zuschreibt? Schon vor der Entdeckung des Seeweges nach Ostindien war die Negerbevölkerung in Lissabon stark,<sup>1)</sup> und bei der bekannten Neigung der Portugiesen, zu der unterworfenen Rasse sich herabzulassen, ist eine Annahme, als stecke auch im Portugiesen in Europa ein gut Teil Negerblut, wohl kein unbegründeter Vorwurf.

Wirtschaftlich, wie gesagt, ist auch hier der Neger immer selbständig geblieben; der Landbau blieb ganz und gar afrikanisch. Es wurden zwar einige Haustiere eingeführt, wie Schwein und Moschusente, aber die Wirtschaftsform wurde dadurch in keiner Weise berührt, sie wurde dem europäischen Element gegenüber mit der eigentümlichen Zähigkeit des Negers festgehalten; niemals ist es in irgendwie bedeutender Ausdehnung gelungen, trotz der vorhandenen Sklaventräfte, europäischen Plantagenbau in Afrika zu treiben.

So scheint auch aus diesen Ausnahmen nur noch mehr hervorzugehen, daß der Neger eine altbegründete wirtschaftliche Selbständigkeit hat, und daß es ihm diese ermöglicht, auch seine politische Selbständigkeit festzuhalten, und zwar nicht so sehr durch eine starke politische Aktion, als vielmehr durch einen um so stärkeren passiven Widerstand gegen alle ihm vom Europäer aufgedrungenen Neuerungen.

Worin beruht nun diese eigentümliche wirtschaftliche Stärke des Negers? Sie wird ihm gegeben durch seine ganze, durchaus nicht unbedeutende ökonomische Kultur, die in einem hochausgebildeten, echt afrikanischen Hackbau zum

<sup>1)</sup> Helps, conquest of America, London 1855, I, S. 32.



Ausdruck kommt. Wir sind im Bewußtsein unserer hohen geistigen Kultur sehr geneigt, den armen Neger zu unterschätzen; wir thun ihm dadurch in geistiger Hinsicht schon oft genug Unrecht, mehr aber noch in ökonomischer Beziehung. Als eine lebendige Illustration dazu will ich den Ausspruch Bischof Mackenzie's (bei Livingstone, Expedition to the Zambesi Land, 1865, S. 500) citiren. Derselbe sagte, als er als Missionar hinausging, erstaunt zu Livingstone: er wäre in der Meinung nach Afrika gekommen, man müsse die Neger belehren; als er aber ihre Felder am Zambesi gesehen, habe er erst gemerkt, daß wir von ihnen lernen könnten. Natürlich zeigt der afrikanische Hackbau in dem ungeheuren Gebiet eine große Menge von Schattirungen; an manchen Stellen kennt auch der Neger Düngung, Fruchtwechsel, Kompost und andere ihrer Theorie nach hoch moderne Errungenschaften. Oft sind die Negerfelder von einer geradezu rührenden Sauberkeit und musterhaft gehäufelt und gejätet.

Sollen wir nun diese echt afrikanische Wirtschaftsform nach ihren Elementen charakterisiren, so ist in Kürze zu sagen: die Haustiere sind asiatischen Ursprungs, die Kulturpflanzen in der Hauptsache afrikanischer Herkunft. Diese Thatsache weist darauf hin, daß der afrikanische Hackbau als autochthon anzusehen ist.

Wir wollen hier nur die Haustiere betrachten. Einmal weil wir grade von den Straßen, auf denen die Haustiere gewandert sind, manches lernen können, dann weil es auf die ökonomische Stufe der Völker immer ein helles Licht wirft, ob und wie sie gewisse Erwerbungen gemacht haben oder nicht.

Zu beachten bleibt dabei, daß für den afrikanischen, wie für jeden Hackbau, die Haustiere nicht etwa nothwendige Bedingung sind, wie es bei unserm Ackerbau der Fall ist.<sup>1)</sup> Sie fügen sich vielmehr zum Theil ohne eine einschneidende Änderung in den Hackbau ein, oder sie stehen neben ihm in einer selbständigen Stellung und ohne unmittelbarem Zusammenhang.

Alle afrikanischen Haustiere sind, wie schon gesagt, asiatisch; nur der Hund gehört, ohne daß sich ein Ursprungsland nachweisen ließe, der ganzen Menschheit. Das Perlhuhn, das einzige Haustier von afrikanischer Herkunft, ist von nur geringer Bedeutung auch beim Neger, zudem liegt kein Grund vor, daß es gerade vom Neger gezähmt sein müßte. Das können andere Völker, z. B. Araber, gethan haben. Schwer ist es jedenfalls nicht.

Die beiden für ihn geeignetsten Tiere hat der Neger überall eingeführt: die Ziege und das Huhn. Beide ließen sich ohne irgend eine Schwierigkeit und mit großem Vorteil in die echt afrikanische Wirtschaft einbeziehen. Beide sind sie dann durch das ganze afrikanische Gebiet verbreitet worden, und die Ziege hat viele besondere Formen, besonders die Afrika eigenthümliche Zwergziege, ausbilden können. Das Huhn, das verhältnismäßig spät nach Vorderasien gekommen

<sup>1)</sup> S. Petermann's Mittheilungen, 1892, S. 9.

ist, braucht nicht, wie man es für die Ziege wohl als wahrscheinlich gelten lassen kann, über Ägypten gekommen zu sein, vielleicht ist es zur See von Indien eingeführt worden. Beide Tiere pflegt der Neger übrigens mit vielem Verständnis für die Zucht; ich will nur anführen, daß einer von Livingstone's Leuten<sup>1)</sup> einen guten Zuchthahn meilenweit mitschleppte. Auch um gute Zuchtziegen zu gewinnen, giebt der Neger sich große Mühe.

Nicht in den Hackbaubetrieb eingegliedert ist das dritte wichtige Haustier des Negers, das Rind. Es geht in der Regel vielmehr in der Art neben dem Hackbau her, daß dieser in den Händen der Sklaven und der Weiber liegt, während der freie, kriegsfähige Mann die Pflege des ihm besonders ans Herz gewachsenen Tieres sich als dem Würdigsten vorbehält; oft ist es den Weibern durchaus nicht gestattet, ein Tier zu melken; das steht vielmehr nur den Männern zu. In extremen Fällen, wie bei dem Masai, ist die Pflicht des Hackbaus an andere Stämme übertragen, die durch freiwillige Tributleistung oder kriegsrechtliche Plünderung den Bedarf decken müssen.

Das Rind ist jedenfalls der Faktor gewesen, der auf die politische Entwicklung Afrikas den größten Einfluß geübt hat. Die Heerden besitzenden Stämme sind überall die waffentüchtigen und herrschenden, denn in Afrika ist es völlig ausgeschlossen, daß jemand Rinder besitzt, der nicht jeden Augenblick imstande ist, dieses vielbeneidete Gut zu verteidigen. Die freiwilligen und gezwungenen Wanderungen der Hirtenstämme und das Vordringen des Rindes sind aber einer der wichtigsten Faktoren bei allen ethnologischen Verschiebungen gewesen; ich verweise dazu auf die Karte, die Friedrich Ratzel im ersten Bande seiner «Völkerkunde», S. 20, über diese Verhältnisse in Afrika entworfen hat. Man hat die Herdenwirtschaft der Neger oft verkannt, namentlich den charakteristischen Grundzug nicht tief genug erfaßt; dieser besteht darin, daß für den Neger das Rind nicht so sehr ein wirtschaftlicher Faktor ist; vielmehr ist es Besitzobjekt, Repräsentant des Reichtums und Gegenstand einer geradezu schwärmerischen Verehrung; namentlich der letztere Zug giebt der Leidenschaft des Negers für Rinderbesitz ein in europäischen Augen stark humoristisches Gepräge, findet sich aber überall in Afrika. Man braucht nur die ausgezeichnete Schilderung Schweinfurth's<sup>2)</sup> von den Dinka am weißen Nil mit der Schilderung Fritsch's<sup>3)</sup> von Kaffern im Kaplande zu vergleichen, um das zu erkennen; ja, ein ethnisch fernstehender Stamm, die sogenannten Fulbe, hat trotz des Islam diesen Zug noch nicht ganz verloren. Wenn auch in sehr verschiedener Ausdehnung, benutzen alle diese Stämme die Milch und die Butter der Rinder. Das dürfte als Beweis genügen, daß die Neger das Rind von andern, milchgenießenden Stämmen entlehnt haben, denn man hat es leider viel

<sup>1)</sup> Livingstone, *Missionary Travels in South Africa*. Lond. 1857, S. 439.

<sup>2)</sup> Im Herzen Afrika's. Originalausg. I, S. 177.

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. Ethnologic, XI, 1879, S. 288.

zu wenig hervorgehoben, daß der Milchgenuß keineswegs etwas Selbstverständliches ist; weil wir daran gewöhnt sind, haben wir oft übersehen, daß es eine ganze Reihe von Völkern giebt, die die Milch für eine unreine und krankhafte Absonderung des weiblichen Tieres halten; das ist z. B. die Vorstellung der Chinesen. Die Neger werden also mit dem Rinde den Milchgenuß entlehnt haben. Entlehnt haben sie das Rind ja sicher, denn in Afrika giebt es wohl einige wilde Büffel, aber kein wildes Rind.

Der vorgeschriebene Weg für diese Entlehnung führt, wie für die Ziege (und das Schaf), wohl über Egypten. Da nun für dies Land, wie für alle asiatisch-europäischen Gebiete, Rind und Pflug wirtschaftlich eine geschlossene Einheit bildeten, so muß es auffallen, daß zwar das Rind und der Milchgenuß über Egypten hinausgingen, nicht aber der Pflug; man kann nicht etwa eine hamitische Zwischenschicht dafür verantwortlich machen, denn die ethnologisch getreuen Bilder der alten Egypter beweisen, daß auch sie schon mit echten Negern zu thun gehabt haben.

Die Thatsache, daß der Pflug von diesen nicht mit übernommen wurde, kann nun so begründet sein, daß das Klima der neuen Länder die Anwendung des Pfluges verbot; im Gebiete des tropischen Urwalds ist ja an den Gebrauch des Pfluges nicht zu denken; aber wir haben keineswegs nur solche Gebiete in Afrika, und wo im Steppenlande eine Regen- und Trockenzeit wechseln, kann man den Pflug wohl verwenden, wie das Beispiel Ost-Indiens zeigt. Da bleibt nur die Erklärung zulässig, daß der Neger eine fest entwickelte Wirtschaftsform besaß, als er mit der egyptischen Civilisation in Berührung kam. Diese Annahme wird dadurch gestützt, daß der Neger schon zu Beginn unserer Zeitrechnung eine wichtige Kulturerrungenschaft an die anderen Nationen abgegeben hat. Die Durrha ist nach Decandolle, Körnicke und andern Autoritäten zweifellos afrikanisch, obgleich sie jetzt in Indien, Süd-europa, China, Japan und Amerika kultivirt wird. Eine hoch differenzirte Kulturpflanze, wie das Sorghum (oder die Durrha) läßt sich nun aber nicht in kurzer Zeit erziehen, sie setzt vielmehr eine lange Zeit sorgfältiger Pflege voraus.

Vielleicht ist aber auch die mechanische Ungeschicklichkeit des Negers Schuld daran, denn Maschinen gegenüber ist der Neger sehr unbehilflich; Rad, Wagen und dergleichen sind ihm unbegreifliche Dinge. Die einzige maschinelle Einrichtung, die er kennt, ist sein altgewohnter Blasebalg. Sehr drollig sind in dieser Beziehung die Erfahrungen, die Wifsmann<sup>1)</sup> mit seinen Negerboys machte; weil er sich den Fuß verletzt hatte, ließ ihm ein englischer Missionar sein Yinriksha, eines jener kleinen, von Menschen gezogenen Wägelchen, die die Japaner vor wenigen Jahren erfunden haben, und die sich jeden-

---

<sup>1)</sup> Zweite Durchquerung Afrikas, Frankfurt a. O., 1891., S. 227.

falls noch weit verbreiten werden.<sup>1)</sup> Wifsmann's Neger konnten nun durchaus nicht damit fertig werden: sie stülpten ihren armen lahmen Herrn so oft um, daß derselbe lieber zu Fuß ging. Ebenso zeugt es für sehr geringes mechanisches Verständnis, daß die Fan die Armbrust der Portugiesen nach der äußeren Form beibehalten, den einfachen Mechanismus aber völlig mißverstanden haben.<sup>2)</sup> Mag nun diese mechanische Ungeschicklichkeit des Negers eine sehr schwache Seite an ihm sein, ich hoffe doch bewiesen zu haben, daß er in ökonomischen Dingen und bei seinen Entlehnungen durchaus verständig verfahren ist. Was noch wichtiger ist, er scheint ein richtiges Einsehen gehabt zu haben, wie gut der Hackbau für ihn paßte. Er nahm deshalb nur das auf, was sich in den Rahmen dieser festen Form schicken wollte. In ausgezeichneter Art erweist sich der scharfe Blick des Negers für diese Dinge aus der Schnelligkeit, mit der er die beiden amerikanischen Kulturgewächse, die für ihn ausgezeichnet paßten, den Mais und den Maniok, jetzt überall mit großem Eifer baut; man bedenke doch nur, welchen zähen und kindischen Widerstand das civilisirte Europa der Kartoffel entgensetzte, und andererseits, wie schwer es für das eigentlich doch nur als Sklavenland in Betracht kommende Afrika sein mußte, aus Amerika ökonomische Erwerbungen zu machen.

Nun wird man die Frage stellen: Warum war gerade der Neger, dessen politische und wirtschaftliche Selbständigkeit und Widerstandsfähigkeit so hoch stand, durch die Sklaverei der Träger der amerikanischen Plantagenwirtschaft? Der scheinbare Widerspruch löst sich einfach. Der altgewohnte Hackbau hatte den Neger an starke physische Leistungen gewöhnt, ja die Verwendung von Sklaven zum Feldbau ist in Afrika eine seit uralten Zeiten gewöhnliche Erscheinung; der Plantagenbau ist nach meiner Definition nichts anderes,<sup>3)</sup> als die wirtschaftliche Zusammenfassung einer Anzahl Hackbauer in einer Hand durch europäisches Kapital und europäische Energie. Der Neger war infolgedessen durchaus nicht etwa gezwungen, sich erst an eine andere, ganz unbekannte Arbeitsform zu gewöhnen, um den Weißen im Plantagenbetrieb dienstbar zu sein; im Gegenteil, er besaß die in gleicher Arbeit erworbene physische Stärke, um sich mit Vorteil ausnutzen zu lassen. So kam es, daß er sich als der geeignete Träger für die Plantagenkultur erwies; aber es wurde zu diesem Zwecke auch notwendig, ihn aus allen seinen Verbindungen herauszurücken; man mußte ihn in ein fremdes Land versetzen, unter ganz andere Bedingungen. Auch das hat die Neger nicht verhindert, in Amerika schon seit sehr früher Zeit — die Anfänge

<sup>1)</sup> In Europa erschienen sie zuerst 1889 auf der Pariser Weltausstellung.

<sup>2)</sup> Ich habe vor einiger Zeit in der «Deutschen Kolonialzeitung» 1892, No. 1, S. 12, eine eigentümliche Maisstampe beschrieben und abgebildet, die ich geneigt war, den Negern zuzuschreiben, da sie gar so wenig europäisch aussah. Zu meinem Bedauern muß ich das zurücknehmen; diese Wassermühle oder Stampfe ist vielmehr von den Portugiesen aus Japan entlehnt; ich verdanke diese Aufklärung einer gütigen Mitteilung Herrn v. Riechthofen's!

<sup>3)</sup> Petermann's Mitteilungen, 1892, S. 9.



des ersten kleinen Negerfreistaats in Amerika fallen in den Beginn des XVI. Jahrhunderts — ihre politische Selbständigkeit und Widerstandsfähigkeit zu betätigen. Diese Selbständigkeit und das nie erlöschende Unabhängigkeitsgefühl zwang gerade die Plantagenbesitzer zu der schrecklichen Härte und Grausamkeit der Sklaverei in Amerika; fortwährend mußte der Neger die Faust des Herrn fühlen, sonst kam es sofort zu Ausbrüchen und Aufständen. In Afrika selbst hat es aber der Neger — es ist das ganz besonders zu betonen! — verstanden, alle europäischen Plantagen-Unternehmungen zu verhindern; nur auf den Inseln, z. B. auf Zanzibar und Pemba, ist es Arabern gelungen, mit importirten Sklaven Plantagen zu betreiben; ein Zeit lang unterhielten auch die Portugiesen eine ziemlich blühende Zuckerindustrie auf Annobon und S. Thomé<sup>1)</sup> unter denselben Verhältnissen. Selbst die heutigen Plantagen in Kamerun werden mit importirten, sogenannten Kruleuten bewirtschaftet.

Wenn nun aus dieser Auffassung des Negercharakters heraus ein Schluss auf die Aufgaben der europäischen Kolonisation in Afrika und ihre Zukunft gezogen werden soll, so wird er natürlich von der herkömmlichen Form ziemlich abweichen; übrigens beweist der Eifer, mit dem sich so viele jetzt in Europa auf diese neue Aufgabe werfen, nur, daß es für sie ein Bedürfnis ist, ihre Aufmerksamkeit von unseren traurigen Zuständen abzulenken.

Gewöhnlich heißt es, man müsse den Neger heben, einmal in ökonomischer Hinsicht, dann in geistiger. Ob das in ökonomischer Hinsicht gelingen wird, ist nach dem oben Ausgeführten fraglich, da er doch bereits eine sehr selbständige Stellung gewonnen hat; wohl aber kann sich Europa ein Verdienst verschaffen, indem es den Neger vor den Folgen seiner allzu großen politischen Selbständigkeit schützt, d. h. indem es als Polizei die fortwährenden Fehden, Bürger- und Stammeskriege, und die ephemeren Eroberungszüge, die besonders unter den Kaffern eine so große Rolle spielen, thunlichst verhindert. Das scheint im europäischen Interesse von größter Wichtigkeit zu sein. Die Frage aller Fragen unserer Tage, die soziale, neben der alle zurücktreten sollten, heischt dringend eine Lösung. Sollen wir nun den Neger zu diesem Zwecke heranziehen, so müssen wir aus ihm einen Konsumenten machen. Denn der Notstand Europas entspringt aus dem Übergewicht der Produktion über die Konsumption; es scheint mir daher falsch, wenn in den Zukunftsplänen für Afrika immer so viel von der Produktion die Rede ist, natürlich auf Plantagen; eine Hebung des Negers kommt dadurch sicher nicht zustande.

Gelänge der Versuch, der bis dahin immer gescheitert ist, den Neger in größerem Maße in Afrika zur Plantagenkultur heranzuziehen, so würde das Zukunftsbild sich so gestalten: Die geeigneten Teile Afrikas sind zu Plantagen verwandt; in stattlichen Villen und Schlössern wohnt der weiße Plantagen-

---

<sup>1)</sup> ca. 1660; Dapper, afrikanische Inseln, S. 63f.

besitzer, wenn er nicht gerade in Europa ist; in armseligen Hütten vegetiren unter eisernem Druck in mehr oder weniger verschleieter Sklaverei seine Schwarzen, die Tabak, Kaffee und Baumwolle für die europäische Börse produziren, sich zum Unheil und wenigen Spekulanten zum Nutzen. Ist das andere Bild nicht verlockender? Im friedlichen, dichtbevölkerten Lande stößt Dorf an Dorf, jedes von seinen Hackbaufeldern umkränzt, und in behaglichem Wohlstand — er hat dazu großes Talent — produziert der Neger genug, um die Kosten der europäischen Verwaltung seines Gebiets aufzubringen und noch etwas an die Konsumption europäischer Industrieprodukte zu wenden; es müssen ja nicht immer europäische Gewehre und Brantwein sein.

Wir sprechen leider so viel von der Kindheit uncivilisirter Völker; meiner Ansicht nach ist diese Vorstellung sehr schädlich; wir haben keinen Volksstamm, selbst nicht den niedrigststehenden der Erde, irgendwie für jünger zu halten; in Wahrheit haben sie alle die gleiche Zeit der Entwicklung hinter sich, sie haben sich nur nach zum Teil sehr abweichenden Richtungen entwickelt, und eine der divergentesten ist die des Negers gewesen; seine starke, politische, ökonomische und religiöse Individualität macht ihn zu einem sehr hoffnungslosen Objekt unserer Civilisationsbestrebungen. Zum zweiten Teil des Programms, zur geistigen Hebung des Negers, gehört die Mission. Leider kann ich ihr nur ein sehr ungünstiges Prognostikon stellen: ich stütze mich auf das Beispiel, das mir Haiti giebt. Seit der Befreiung der schwarzen Bevölkerung ist die katholische Kirche die anerkannte Staatskirche; es hat nirgends ein irgendwie erheblicher Konflikt bestanden; bessere Staatsmänner haben sich viele Mühe gegeben, den Einfluss und die Wirksamkeit der Kirche zu erhöhen, leider ohne großes Entgegenkommen von seiten Roms. Aber die Religion des Volks ist echt afrikanischer Fetischismus und echt afrikanischer Schlangendienst geblieben; selbst die katholische Religion hat sich somit, wie ich fürchte, als unanwendbar für den Neger gezeigt. Die einzige Religion, die den Neger zu heben imstande ist, ist der Islam, darauf weisen die großen praktischen Erfolge desselben. Leider stellt der Islam für den europäischen Einfluss augenblicklich einen sehr bedenklichen politischen Faktor dar. Ich möchte es daher nicht so unbedingt empfehlen, zum Zwecke der ökonomischen Hebung Haiti's schwarze mohamedanische Missionare dahin zu entsenden; an ihrem glänzenden Erfolge würde ich freilich nicht zu zweifeln wagen.

Um zum Schlusse zu kommen, ich glaube, um bald zu wesentlichen Resultaten der Kolonisation in Afrika zu gelangen, genügt es, wenn die europäischen Mächte das Land erschließen und pacifiziren. Man braucht den Neger in seiner politischen und wirtschaftlichen Selbständigkeit nicht zu stören; im Gegenteil, die Ruhe des Landes wird ihm dann erlauben, sehr bald so viel Wohlstand zu erwerben, daß er vor allen Dingen als Konsument auftreten kann; wohlgemerkt aber muß darauf gesehen werden, daß der Neger unsere europäi-

schen Artikel unter Bedingungen konsumiert, die für unsere europäischen Arbeiter günstig sind. Und das kann bei richtiger Anerkennung seiner ökonomischen Verhältnisse der Neger durchaus leisten. Ein gesunder kleinbäuerlicher Hackbau wird ihn sehr wohl in die Lage setzen, sein gebührendes Teil an den Kosten und Lasten unserer Civilisation zu tragen, während diese jetzt mit zermalmender Wucht allein auf unsere arbeitende Bevölkerung drücken. So dürfte die richtige Einsicht in die wirtschaftliche Stellung des Negers ihr gut Teil zur Hebung der ökonomischen Zustände unserer arbeitenden Klassen und so zur Lösung der sozialen Frage beitragen können.

Berlin, im Januar 1893.

---





# Die Entschleierung der unbekanntesten Teile von Tibet und die tibetische Centralkette.

---

Von

Dr. Georg Wegener.

Berlin.



## Inhalt.

---

### Die Kenntniss von Tibet im Altertum.

- Indien.
- China.
- Die griechische Welt.

### Die Kenntniss im Mittelalter.

- Indien.
- Das Abendland.
- China.
- Die Araber.

### Die Forschungen der neueren Zeit.

- Die europäischen Reisen in Tibet bis 1850.
- Die Übernahme der chinesischen Geographie nach Europa.
- Theorien über die Plastik Tibets.

### Die Arbeit der Gegenwart.

- Die Reisen.
- v. Richthofen's China.
- Weiterentwicklung dieses Kenntniss.
- Die Centralkette.

---

F. v. Richthofen führte in seiner Leipziger Antrittsrede über «die Aufgaben und Methoden der heutigen Geographie» den Gedanken aus, daß in der Mitte unseres Jahrhunderts ein neues Zeitalter der Entdeckungen begonnen habe. Es wird das letzte genannt werden müssen, denn die stürmische Energie der modernen Forschung hat mit so vielem Erfolg gearbeitet, daß bereits in diesem Augenblick neue Entdeckungen großen Stils, im bisherigen Sinne dieses Wortes, auf der Erdoberfläche, von den Polargebieten vielleicht abgesehen, nicht mehr möglich sein dürften.

Während in dem durch die Portugiesen eröffneten Entdeckungszeitalter die Weltmeere und ihre Küsten der hauptsächlichste Schauplatz der Entschleierungsarbeit waren, sind es in dem gegenwärtigen die Innenräume der großen Kontinente. Im Folgenden soll ein hierzu gehöriger Erdräum behandelt werden, und zwar einer, der sich mit am hartnäckigsten gegen die wissenschaftliche Eroberung gewehrt hat. Wenn man die im Eingang des Jahres 1891 von Bartholomew herausgegebene kartographische Übersicht des gegenwärtigen Standes der Kenntnis von Asien<sup>1)</sup> betrachtet, so wird man gewahren, daß es vorzugsweise unbewohnte Wüsteneien und daneben hohe Gebirgsländer sind, die hier noch als unerforscht bezeichnet werden müssen. Der größte unbekannte Fleck liegt dort, wo sich diese beiden Eigenschaften in hervorragender Ausbildung vereinigt finden, nämlich in den Hochwüsten des nördlichen Tibet, in dem zuweilen mit dem Namen Korkatsehi bezeichneten Gebiet, das zu beiden Seiten einer Linie von Tengri-noor nach Keria im Tarim-Becken gelegen ist.<sup>2)</sup> Nur eine schmale Linie führt bei Bartholomew mitten durch den weißen Fleck hindurch, die Richtung eines uns lediglich aus einer chinesischen kartographischen Darstellung bekannten Straßenzuges andeutend.

---

<sup>1)</sup> Scott, Geogr. Magaz. 1891.

<sup>2)</sup> Das Gebiet, das ich im Auge habe, wird im Süden etwa durch die Reiselinie Nain Singh's zwischen Leh und Lassa begrenzt, im Westen, Norden und Osten durch diejenigen Carey's, Prsewalski's und A-K-'s; es zeichnet sich am anschaulichsten ab auf der Tafel 5 des Jahrg. 1891 der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, wenn man hier die Reiselinie Bonvalot's und den chinesischen Straßenzug Lassa—Khotan außer Acht läßt.

Ich beabsichtige zunächst eine kurze Übersicht über die Versuche zu geben, die von den ältesten Zeiten bis zum Anbruch des gegenwärtigen Entdeckungszeitalters von den eine geographische Wissenschaft besitzenden Völkern zur Enthüllung des tibetischen Hochlandes gemacht worden sind, um zu zeigen, daß der Charakter des genannten Gebiets zwar soweit mit erkannt wurde, als das Ganze, von dem es einen Teil bildet, richtig erfaßt worden ist, daß es aber hinsichtlich eingehenderer Kunde stets zu dem unaufgeklärten Rest von Tibet gehört hat.

Mit einer Anzahl geheimnisvoller kartographischer Züge wurde es dann schließlic in die zweite Hälfte unseres Jahrhunderts übernommen, und auch hier gelang es erst in den letzten Jahren, zum Teil erst in unmittelbarster Gegenwart, die wesentlichsten Züge seines Antlitzes zu entschleiern. Wie und mit welchem Ergebnis das geschehen, soll im zweiten Teil dieser Abhandlung ausgeführt werden. Im Voraus sei nur bemerkt, daß erfreulicherweise der harte Kampf um diese höchsten, unzugänglichsten Teile des Hochlands doch ein lohnender gewesen ist. In der That hat dieses dunkle Gebiet der Gegenwart noch eine in jedem Sinne große Entdeckung vorbehalten, nämlich die Feststellung des Vorhandenseins, der Richtung und Gestaltung einer der gewaltigsten und merkwürdigsten Gebirgsketten des asiatischen Kontinents und damit der Erde überhaupt.

### Die Kenntnis von Tibet im Altertum.

**Indien.** In der prachtvollen Einleitung zu seinem «Asien» hat Karl Ritter gezeigt, wie die alten Inder in ihrer mythologischen Auffassung des Erdganzen sehr deutlich das Bewußtsein von einem gewaltigen, im Innern ihres Kontinents gelegenen und die geographische Erscheinung desselben wesentlich beeinflussenden Hochland erkennen lassen.<sup>1)</sup> Nach der brahminischen Kosmogonie ist die Erd feste eine auf dem Weltmeer schwimmende Lotosblüte, in deren Mitte der Fruchtknoten emporragt, umgeben von den Blütenblättern, den Dwipa's. Diese Dwipa's sind die ins Meer vorspringenden Halbinseln; und zwar bedeuten die vier größten, nach den vier Himmelsrichtungen angeordneten Blätter Chin, Djambu Dwipa, Jawan und Kuru oder Uttara Kuru: China, Vorderindien, Iran und die fernen Nordländer. Der zwischen ihnen zum Himmel emporragende Fruchtknoten aber ist der heilige Berg Meru, der «Strahlende», dessen Wände von Metallen und Edelsteinen vielfarbig schimmern, auf dem die Götter sich versammeln; und von dem nach allen Seiten die Hauptströme der Erde herabrinnen; d. h. er ist das im Norden Hindostans sich erhebende Hochland. Ritter versteht unter dem Meru, von dem es heißt, sein Gipfel sei eine

<sup>1)</sup> Ritter, Asien I, 5—14. Vgl. auch seine Vorlesungen über Geschichte der Erdkunde und Entdeckungen, herausgegeben von H. A. Daniel, Berlin 1861, S. 74—77.



unermessliche kreisrunde Fläche, umgeben von Bergkränzen, noch «das ganze Plateau der Hohen Taftarci und Tübets» und beschränkt den Begriff der Nordländer auf Sibirien. Er steht dabei noch im Bann der Anschauung, daß das ganze centrale Asien ein einziges mächtiges Hochland sei.<sup>1)</sup> Nun haben aber die Inder ihre Kenntnis, daß es auch im Norden ihres Meru noch tieferliegende Länder giebt, doch zweifellos wesentlich auf dem Wege der Handelsstraßen erhalten, die schon in sehr früher Zeit von Khotan über das westliche und vom Gebiet des heutigen Kansu aus über das östliche tibetische Hochland nach Indien führten.<sup>2)</sup> Und es ist ferner infolge hiervon wahrscheinlich, daß die Vorstellung von Vorhandensein eines nördlichen Lotosblattes eher durch die blühenden Oasen des Tarim-Beckens verursacht ist, welche wie die Forschung der letzten Jahrzehnte herausgestellt hat, den Nordfuß des tibetischen Hochlandes umkränzen, als von den sibirischen Einöden, mit denen die Inder keinerlei Beziehungen gehabt haben. Sehr wahrscheinlich allerdings spielt, wenn der Inder in jenes Land von Uttarakuru den Wohnplatz seliger und unsterblicher Völker verlegt, auch der wohlbekannte romantische Hang des ganzen Menschengeschlechts hinein, der ähnliche Vorstellungen von glücklichen Hyperboräern allenthalben erzeugt; wenn aber irgend zugleich ein Element positiver Kenntnis sich in der Vorstellung der Veden verbirgt, dann dürfen wir der indischen Erdansicht sicherlich auch eine Ahnung von den Tiefländern des Hanhai zuerkennen. Damit wäre dann den Indern nicht nur eine Kunde von hohen, im Norden von Indien sich befindenden Erhebungen überhaupt, sondern von dem wirklichen Hochland-Individuum Tibet, zugesprochen.

Eine eingehendere topographische Kenntnis des Landes gegen Norden reicht, wie Lassen aus den großen Epen nachgewiesen hat,<sup>3)</sup> nicht über die Gebirgsgruppe der Kailasa-Berge, nördlich von den heiligen Quellseen des Setledsch, hinaus, d. h. nur bis an die Schwelle der zusammenhängenden Hochländer des Nordens.

**China.** Wie die Inder des Altertums, so sehen auch die Chinesen in früher Zeit eine Art Wohnsitz seliger Wesen, wenngleich weit weniger phantastisch ausgebildet, in den so schwer zugänglichen Hochgebirgen, von denen die großen Ströme ihres Landes herabrinnen. Mit dem Begriff des Berges Kwen-lun verbinden sie in ihren mythologischen Schriften die Vorstellungen eines Paradieslandes, wo heilige Weise, erdbeherschende Geister oder wunderliche Zerrwesen leben.<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Seine eigenen ersten Einwendungen dagegen, in demselben Bande seines Asien, S. 359, sind noch sehr vorsichtig. Entschiedener und sicherer tritt er erst in Band VII (1837) dieser Legende entgegen (S. 336 ff.), auf Grund von Humboldt's Arbeiten.

<sup>2)</sup> Über diese Straßen s. v. Richthofen, China I, S. 465, auch 440a, 500.

<sup>3)</sup> Lassen, Indische Altertumskunde (2. Aufl.) I, S. 1013.

<sup>4)</sup> Vgl. Ritter, Asien I, S. 9, 192; II, S. 409; Klaproth, sur les Nègres de Kouen lun. Nouv. Journ. asiat. XII. Paris 1833, S. 233. Eine von Klaproth in einer 1714 in Japan erschie-

Eine der indischen ähnliche Anschauung von dem tibetischen Hochlands-individuum liegt aber den Chinesen dabei schwerlich vor, sondern nur die allgemeine Vorstellung von Gebirgsländern im äußersten Westen; die erste sozusagen wissenschaftliche Auffassung des Begriffs Kwen-lun, im Buche Yü-kung, meint damit, wie v. Richthofen zeigt,<sup>1)</sup> in ganz allgemeiner Weise die Gebirgsgsgend von Kuku-noor und Tsaidam oder dem Sternenmeer. Die Auffassung der Plastik der Erdoberfläche ist überhaupt niemals eine Stärke der chinesischen Geographie gewesen; wie wenig das Bewußtsein von einer gesamten Durchschnittshöhe von Tibet, das bei den Indern allenthalben so trefflich hervorleuchtet, bei ihnen entwickelt gewesen ist und noch ist, beweist die alte, von den Tagen der Han bis auf heute spukende Hypothese, daß der Tarim-Fluß im Lop-noor nicht versiegt, sondern nach unterirdischem Lauf im Sternenmeere als Hwang-ho wieder zum Vorschein kommt.<sup>2)</sup>

Anders steht es mit den rein topographischen Kenntnissen der Chinesen. In den ersten Jahrhunderten vor und nach Christi Geburt haben die beiden Han-Dynastien ihre Macht weit nach Westen vorgeschoben, in das Tarim-Becken und darüber hinaus; und mit dem den Chinesen eigentümlichen Interesse für eine genaue Festlegung und Registrirung ihres jedesmaligen thatsächlichen oder beanspruchten Besitzes in den Annalen ihrer Regierung auch reichhaltige Aufzeichnungen über diese Länder gemacht. Die Lage des Nordost- und Nordrandes unsres Hochlands ist daher um diese Zeit den Chinesen recht gut bekannt gewesen.

**Die griechische Welt.** Wenden wir uns endlich zu den Griechen, so finden wir die erste Beziehung zu dem tibetischen Hochlande bei Herodot in der vielberühmten, durch Vermittelung der Perser aus Indien<sup>3)</sup> ihm zugetragenen und seitdem unzählige Male wiederholten und kommentirten Erzählung von den goldgrabenden Ameisen<sup>4)</sup> im Norden und Nordosten von *Κασπάνηρος* (Kaschmir), die endlich nach mehr als zwei Jahrtausenden infolge der Entdeckung der tibetischen Goldfelder und der eigentümlichen Art ihrer Bearbeitung durch die ersten Forschungsreisen der englisch-indischen Pandits ihre befriedigende Deutung auf die Hochflächen von Nari Khorsum und Rudok gefunden hat.<sup>5)</sup> Zwei

nenen Encyclopädie aufgefundene Karte über «Die Westländer und die fünf Thiantschou», die aber auf ein viel älteres, bis ins siebente Jahrhundert hinaufweisendes chinesisches Material zurückgeht, zeigt auch ein gemeinsames Entspringen der indischen Flüsse aus einem engbegrenzten Quellgebiet, das sie erst in sonderbaren Spiralen umkreisen, ehe sie sich trennen. (Klaproth, *Mémoires relatifs à l'Asie* II, S. 411 ff.) Vielleicht ist diese Anschauung auf die buddhistischen Einflüsse in China im frühen Mittelalter zurückzuführen.

<sup>1)</sup> China I, S. 225 f.

<sup>2)</sup> Siehe darüber Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde 1891, S. 235 a. 6. Eine Anschauung, die nirgends energischer vertreten wird, als gerade auf der obengenannten chinesisch-japanischen Karte.

<sup>3)</sup> Über den indischen Ursprung der Sage s. Lassen, a. a. O., S. 1021.

<sup>4)</sup> Herodot, III, S. 102—105.

<sup>5)</sup> S. Frederik Schiern, über den Ursprung der Sage von den goldgrabenden Ameisen. Vortrag v. 2. 12. 1870. Aus den «Verhandlungen der Kgl. Dän. Gesellsch. d. Wiss.» übersetzt, Leipzig 1873.

wichtige Erkenntnisse von der wirklichen Landesnatur sind in dieser verworrenen Erzählung bis zu Herodot gedrunken. Einmal die Thatsache von dem Goldreichtum Tibets, der in der That ein auszeichnender Charakterzug des ganzen Landes ist, und bis heutigen Tages einer der wichtigsten Faktoren für die Einbeziehung der unwirtlichen Hochflächen in den Bereich der menschlichen Betriebbarkeit.<sup>1)</sup> Zweitens die Angabe, daß jene Goldstätten in einer sandigen Wüste (*ἐρημία διὰ τὴν ψάμμον*) lägen. In der That ist der Anblick einer öden, von losen Erdgebilden überdeckten Hochwüste dasjenige, was all den neueren Reisenden, die über die Wälle der Himalaya-Ketten von Süden zu dem inneren Hochlande aufgestiegen sind, entgegentritt und im Gegensatz zu der südlichen Gebirgswelt als charakteristisch betont wird.

Ein Bewußtsein von der Höhenlage dieser Gegenden hat Herodot noch nicht. Ein solches liegt jedoch vor in der Form, in der die Erzählung bei Strabo (nach Megasthenes) erscheint.<sup>2)</sup> Er nennt die Anwohner des Goldlandes Derden, worin unsere heutigen Darden, die Bewohner von Dardistan, zu erkennen sind, und das Goldgebiet bezeichnet er als eine fast 3000 Stadien im Umfang haltende Bergebene (*ὄροπέδιον*). Am klarsten unter den griechischen Geographen überschaut Ptolemaios, der geistige Erbe des Marinus von Tyrus, das ferne Asien. Überzeugend hat F. v. Richthofen dargethan<sup>3)</sup>, daß seinem Bilde von Serica eine Kenntnis der jenseits des Pamir-Hochlandes bis nach China hin gelegenen Orte, Flüsse und Gebirge vorliegt, wie sie vor 200 Jahren in Europa noch lange nicht wieder erreicht war. Ptolemaios kennt im Imaos jene meridionale Erhebung im Westen der Tarim-Niederung, über welche die Seidenstraße zwischen den Städten dieses Gebiets und den Oxusländern hinwegsteigen mußte; er kennt dann in den drei von hier nach Osten streichenden Gebirgen, dem Auxakischen, dem Kasischen und dem Emodischen, die Erhebungstreifen des Tiën-shan, des Kwen-lun und des Himalaya. Im Lande der Issedonen mit seinen Städten und dem Oikhardes-Flusse kennt er das Becken des Tarim. Auch einige andere Völkernamen lassen sich mit ehemaligen Bewohnern dieser Gegend an der Seidenstraße identifizieren; und indem er zwischen den Kasischen Bergen und dem Emodus den Fluß Bautisos ansetzt, beweist er eine Bekanntschaft mit dem Yaru-dsangbo, den tibetischen Oberlauf des Bramaputra, den er dann kon-

---

<sup>1)</sup> Zwei Hebel sind es, die den Asiaten veranlassen, den Schrecken der eisigen Hochwüsten zu trotzen. Der eine ist die Religion; sie führt die Karawanen aus der ganzen buddhistischen Welt zum heiligen Buddaberg in Lassa. Der zweite der Gewinn, sei es durch Handel oder durch das Graben des Goldes. Während aber der Pilger sowohl wie der Händler sich im ganzen an einzelne wenige verhältnismäßig günstige Straßenzüge hält, dringt der Goldsucher allenthalben in die schrecklichsten Einöden hinaus. Man sehe z. B. die Goldfundstätten, die Bogdanowitsch auf seiner Karte zum zweiten Bande der Ergebnisse der Expedition Pjewtsow im Innern des fürchterlichen nordwestlichen Tibet verzeichnet!

<sup>2)</sup> Strabo, Buch XV, § 44.

<sup>3)</sup> China I, S. 479—494.

jektural mit dem ihm auf der Linie der Seidenstrafse nach Sera Metropolis, dem heutigen Hsi-ngan-fu, bekannten Hwang-ho verbindet und gleichsetzt. In dem Namen des Volks der Bautae, das er an diesem Flusse im Norden des Emodus wohnen läßt, liegt wohl der Name Bod zu Grunde, mit dem sich die Tibeter noch heute selbst benennen.<sup>1)</sup>

Man kann nun sicher annehmen, daß Ptolemaios' Gewährsmänner für das Kasische Gebirge, die Seidenhändler, nur den Nordfuß des großen Hochlandabfalls gegen die Seidenstrafse hin gekannt haben; seine, wahrscheinlich über Indien bezogene Kenntnis vom Bautisos und den Bautä reicht aber nicht über das Thal dieses Flusses hinaus nach Norden; das ganze nördliche Tibet bleibt ihm also unbekannt. Auch zeigt sich deutlich, daß weder er, noch der das Sererland im großen und ganzen nach Ptolemaios, dabei weniger exakt, aber etwas farbenreicher schildernde Ammian<sup>2)</sup> ein Bewußtsein von dem grundsätzlichen Unterschied der Landesnaturen von Tibet und dem Gebiet der großen Seidenstrafse gehabt hat; die Beschreibungen von dem überaus günstigen Klima und dem glücklichen Phäakenleben der in Serica wohnenden Völker werden vom Tarim-Becken bis zum Himalaya nach Süden verstanden. —

Wir sehen also im Altertum an allen den genannten Stellen sehr wertvolle Keime einer richtigen geographischen Erfassung von Tibet aufspießen. Die eine betont mehr die vertikale Bildung: es liegt der indischen Geographie eine sichere plastische Anschauung von der beherrschenden zentralen Hochlandsmasse Tibets vor, deren geometrische Umrisse aber verschwommen bleiben; die beiden andern legen ihr Gewicht mehr auf die horizontale Anordnung: die Umrisse Tibets sind bei den Griechen, wenigstens teilweise, einigermaßen klar, und gerade in den ihnen fehlenden Teilen, dem Osten und Nordosten, liegt die beste Kenntnis der Chinesen. Es brauchte nur die schon angebahnte Verbindung dieser Kenntniskomplexe noch ein wenig inniger zu werden, um eine richtige Auffassung von Tibet in seinen größten und wesentlichsten Zügen zu ergeben. Leider ist diese Verschmelzung nicht eingetreten; nur bis an die Schwellen der Erkenntnis des Ganzen gelangte das Altertum, die Einzelheiten blieben vollends unerforscht.

### Die Kenntnis im Mittelalter.

Indien. Die indische Erdansicht hat sich nicht wesentlich weiter entwickelt; erst spät und in gänzlich veränderter Weise sollte es den indischen Gelehrten, den Pandits, vorbehalten sein, an der Erforschung Tibets von neuem hervorragend mitzuwirken.

<sup>1)</sup> Es ist derselbe, der in unserem «Tibet» vorzuliegen scheint. «Thö Bod» d. h. «die Hochländer von Bod», so bezeichnen die Tibeter ihr Land. S. Dutreuil de Rhins, *L'Asie Centrale*, S. 3 a. 2; vgl. auch Ritter, *Asien III*, S. 177 f.

<sup>2)</sup> Amm. Marcell., XXIII, c. 6, 64.



**Das Abendland.** Das Abendland kam ebenfalls über die genannten Autoritäten nicht hinaus, es sank vielmehr bald von dieser Höhe tief, sehr tief herab. Vom Zusammenbruch der römischen Welt an bis zu den Kreuzzügen und der Mongolenzeit lag für die europäische Geographie Finsternis über ganz Asien. Der in der Periode der Mongolenreiche dann rasch über den Kontinent dahingehende Lichtglanz kam gerade Tibet sehr wenig zu gute. Die meisten der kühnen Missions-, Handels- und Diplomatenreisen zu den großen Khanen bewegten sich weit nördlich von unserem Gebiet. Nur der größte jener Reisenden, Marco Polo, ist 1272—75 ungefähr auf der Linie der alten Seidenstraße des Marinus am Nordrande unseres Gebietes gezogen.<sup>1)</sup> Merkwürdigerweise verrät er mit keinem Wort, daß dieser Weg an einem grandiosen Gebirgswall entlang führt, und so ist, zumal da auch überdies sein Reiseweg bis auf Yule weit nördlicher gesucht worden ist, nämlich am Fusse des Tiën-shan, diese großartige europäische Durchquerung Asiens für die Anschauung von Tibet ergebnislos geblieben. Derselbe Marco Polo hat dann auch später von Osten aus einen Vorstoß in die östlichsten Gebirgsteile von Tibet gemacht; doch ist auch die Kunde vom Lande Caidu erst richtig erfaßt worden, als man diese Gegend aus anderen Quellen bereits besser kennen gelernt hatte.<sup>2)</sup> Zwar durchreiste Odorico von Pordenone gegen 1330 tatsächlich Tibet und betrat als erster Europäer Lassa, aber er hat leider nichts darüber veröffentlicht.

**China.** Was ferner die Entwicklung der chinesischen Geographie von Tibet bis an die Schwelle der Neuzeit betrifft, die wir hier mit dem Beginn der Mandschu-Dynastie, 1644, ansetzen wollen, so ist sie zwar ungleich bedeutender, aber sie bleibt auch an den Rändern unseres Gebiets stehen. Fast jede der in China herrschenden Dynastien hat in dem Umfange ihres Interessenkreises, der sich meist mit dem ihrer politischen Machtsphäre deckte, für eine sorgfältige geographische Aufnahme, vielfach direkt amtlicher Natur,<sup>3)</sup> gesorgt und eine Reichsgeographie veröffentlicht.<sup>4)</sup> Wie v. Richthofen im zweiten Teil seines ersten Bandes von China so ausführlich entwickelt hat, reichten demnach die sehr eingehenden und zuverlässigen Kenntnisse der Chinesen zeitweilig, in den Perioden der großen Machtausdehnung, sehr weit über die Grenzen des eigentlichen China hinaus. Wie in den Zeiten der beiden Han-Dynastien (205 v. bis 221 n. Chr.), so war noch mehr in der glänzenden Machperiode der Thang (619—1205) die Kunde vom Tarimbecken und damit dem Nordrande Tibets eine vortreffliche, während allerdings andererseits zu Zeiten politischer Machtein-

<sup>1)</sup> Eine völlige Klarheit herrscht über seinen Weg zwischen Tshertshen und Sha-tshou noch nicht.

<sup>2)</sup> S. v. Richthofen, das Land und die Stadt «Caidu». Verhandl. d. Ges. f. Erdk., Berlin 1874, Bd. I, S. 33—39.

<sup>3)</sup> S. v. Richthofen, China I, S. 472, 538.

<sup>4)</sup> Auf diesen letzteren Umstand, auf die weitsinnige Veröffentlichung dieser Kenntnisse, legt Ritter besonderen Nachdruck (s. Vorlesungen über Geschichte d. Erdkunde, S. 86).

schränkung, wie unter der Herrschaft der Ming (1386—1644), geographische Kenntnis und geographisches Interesse gleich hinter der großen Mauer aufhörten. Die in früheren Zeiten angesammelten Schätze lagen dann unbeachtet, ja unverstanden, bis sie in einer Zeit neuen Aufschwungs wieder hervorgesucht und mit Eifer und der den Chinesen eigenen Hochachtung vor ihrer alten Litteratur kommentirt und ausgebaut wurden. Auf diese Weise ist eine Kontinuität der chinesischen Wissenschaft von den Westländern, trotz der Wellenbewegung ihrer Entwicklung, unzweifelhaft, und sie mündet aus in die großen geographischen Arbeiten, die von den gewaltigen Herrschern der gegenwärtigen Mandschu-Dynastie veranlaßt worden sind. Gerade aber das eigentliche Tibet, da es nicht zum Machtbereiche Chinas gehörte, ist bei jenen Forschungen gegenüber dem Tarimbecken sehr vernachlässigt worden. Nur einer der großen buddhistischen Indienpilger des Mittelalters, einer der ältesten von ihnen, Shi-fa-hsiën (Fa-hian), nahm (um 400) seinen Weg über das westliche tibetische Hochland, indem er von Yü-tiën (Khotan) aus, wahrscheinlich über den Yangi-Dawan,<sup>1)</sup> nach Ladak und zum Indus zog, über hohe, schneebedeckte Gebirge, die er unter dem beliebten Sammelnamen für die Berge an den Quellflüssen des Tarim als Tsung-ling zusammenfaßte. Wie weit die Forschungen in dem unmittelbar an den Grenzen des eigentlichen China gelegenen osttibetischen Gebirgsländern vorgedrungen sind, vermag ich aus der bisherigen Litteratur der Sinologen nicht genau zu ermitteln, doch vermute ich, wie ich noch zeigen werde (vgl. S. 400 f.), daß sie weiter reichte, als man gewöhnlich annimmt.

**Die Araber.** Es tritt im Mittelalter noch ein neues Volk auf, das Anspruch machen darf, eine geographische Wissenschaft zu besitzen, die Araber. Über unser Tibet sind ihre Nachrichten jedoch so spärlich und verschwommen, daß wir sie übergehen dürfen.

### Die Forschungen der neueren Zeit.

Die neuere Epoche, die uns nun endlich eine Fülle von Kundschaft über dies in unmittelbarer Nähe von wichtigen Weltstraßen so verschlossene Land bringen sollte, möchte ich in zwei zeitlich sehr ungleiche Perioden einteilen. Die erste reicht etwa von der Mitte des siebzehnten bis zur Mitte unseres Jahrhunderts, die zweite von da bis zur Gegenwart. Die erste wird dadurch eingeleitet, daß nunmehr zahlreiche europäische Reisende selbst ins Innere der Citadelle von Asien eindringen und wertvolle Nachrichten von dort mitbringen; aber was diese, während der ganzen Periode fortgesetzten Reisen ermitteln, bleibt geringfügig gegen das, was durch ein ganz einzigartiges Zusammenarbeiten chinesischer und europäischer Wissenschaft erreicht wird. Die zweite

---

<sup>1)</sup> s. Richthofen, China I, S. 516.

Periode, die gegenwärtige, wäre als diejenige zu charakterisiren, in der die Ergebnisse der selbständigen europäischen Forschung ihrerseits die aus dem Chinesischen fließenden Kenntnisse überflügeln.

Betrachten wir also zuerst jene zwei Jahrhunderte, die ich als erste Periode bezeichnete.

**Die europäischen Reisen in Tibet bis 1850.** Die früheste der wichtigeren neueren europäischen Forschungsreisen in Tibet fällt sogar bereits vor 1650, indem der Jesuit Andrada von Indien aus über Kaschmir bis in die Quellgebiete des Setledj vordrang; doch wurde seine Reise wenig fruchtbar, da sie bald vergessen und erst zu einer Zeit wieder hervorgezogen und richtig verstanden ward<sup>1)</sup>, als man schon anderweitig besser über das Gebiet seiner Wanderungen unterrichtet war. Immerhin machte Andrada schon bei diesem kurzen Ausfluge zwei wichtige Beobachtungen. Er berichtet von giftigen Dünsten oben in den Hochthälern; damit sind nicht Mofetten gemeint, wie Ritter vermutet, sondern unzweifelhaft die Bergkrankheit, deren wunderbare Erscheinungen in allen Teilen des tibetischen Hochlands von den Eingeborenen auf giftige Dünste gedeutet werden (selbst der gute Huc (1845) erzählt noch gläubig von solchen); er hat also schon wenigstens praktisch die großen Höhen, in denen man in Tibet reisen muß, kennen gelernt. Zweitens ist ihm die für Tibet charakteristische Landschaftsform der großen Ebenen, die sich nach Überschreitung der Himalaya-Wälle ausdehnen, bereits entgegengetreten und als bemerkenswert aufgefallen.

Bedeutender noch ist die Reise der Jesuiten Patres Grueber und d'Orville, die 1661 von Peking aus über Lassa nach Indien zogen. Der Kapuziner Desideri berichtet von einer Reise (1715—16) von Leh nach Lassa<sup>2)</sup>, deren Richtung, wenn die angegebenen Direktionen einigermaßen zuverlässig sind, nicht viel verschieden zu sein scheint, von der berühmten Route Nain Singh's (1874). Andere Kapuziner weilten lange Zeit in missionarischer Thätigkeit in Lassa; von ihnen hat der bedeutendste, Horacio della Penna de Billy, lange Jahre (1719—35 und 1740—46 oder 47) dort gelebt und wertvolle Aufzeichnungen gemacht<sup>3)</sup>. Van de Putte ging zwischen 1729—37, umgekehrt wie Grueber, über Lassa und Kuku-noor nach Peking und kam sogar von da noch einmal über Hinterindien zurück nach Lassa<sup>4)</sup>; dann folgen die Reisen der Engländer Bogle und Hamilton (1774—75), Turner (1783—84) und Manning (1811) von Indien aus in das südliche Tibet, die Reisen Moorcooft's ins Gebiet der Indus-Quellen und der Kailas-Berge (1812) und sein Aufenthalt in Leh (1820—22), die Reise

<sup>1)</sup> Von Ritter, s. Asien II, 440—451.

<sup>2)</sup> Ritter, Asien III, S. 180.

<sup>3)</sup> Ritter, II, S. 458, 463.

<sup>4)</sup> S. über alle diese Reisen Markham's Einleitung zu *Narratives of the Mission of Bogle to Tibet* and Manning to Lhasa, 1879, und v. Richthofen, *China I*, S. 672—73.

seines Begleiters Mir Izzet Ullah von Kashmir bis ins Tarimbecken (1812), Thomson's Forschungen, die ihn bis zum Karakorum-Pafs führten (1848), und endlich die Reise der Lazaristen-Missionare Huc und Gabet von Peking über Hsining-fu nach Lassa und von dort auf der Oststrasse über Batang wieder nach China (1845—47).

Alle diese Reisen erregten in Europa zwar lebhaftes Interesse für das merkwürdige Land, aber sie wurden für die Geographie weniger fruchtbar, als sie es hätten werden können, weil ihre Berichte zum Teil erst sehr spät, in den letzten Jahrzehnten erst, eine genügende Veröffentlichung fanden (Andrade, Desideri, Bogle, Manning), teils überhaupt nur sehr unvollständig erhalten sind (Grueber, van de Putte), teils endlich geographisch mancherlei zu wünschen übrig lassen (Huc). Immerhin erzeugten sie eine Fülle von richtigen Vorstellungen über Tibet; in erster Linie über die Erscheinung und Lebensweise des Volkes; in orographischer Beziehung schufen sie namentlich die Kunde von der außerordentlichen Erhebung der tibetischen Hochländer und den daraus entspringenden eigenartigen Verhältnissen. Für die genaue kartographische Festlegung der Topographie dagegen waren sie von geringem Wert.

**Die Übernahme der chinesischen Geographie nach Europa.** Um so grofsartiger ist, gerade in Bezug auf die Kartographie von Tibet, der Fortschritt, den die europäische Geographie durch die Benutzung der chinesischen Kenntnisse gemacht hat. Niemals in der ganzen Geschichte unserer Wissenschaft ist ein ähnlich plötzlicher Gewinn erzielt worden, als in jener Zeit, wo an die Stelle von (bis auf die Küste) wertlos phantastischen Zeichnungen Ost- und Innerasiens fast unvermittelt der ganze ungeheure Erdraum des chinesischen Reichs in einer verhältnismäfsig ausgezeichneten, den gleichzeitigen Darstellungen vieler europäischer Staaten überlegenen und in ihren Grundzügen für immer maßgebenden kartographischen Situations-Darstellung tritt.

An die Namen dreier europäischer Gelehrten vor allen anderen knüpft sich der Vorgang der Übernahme der chinesischen Kartographie, die einzelnen Stufen des Fortschritts bezeichnend: Martini, d'Anville, Klaproth.

1581 begann die Thätigkeit der Jesuiten-Missionare in China<sup>1)</sup>, deren Bekehrungserfolge vorübergehend waren, deren glänzende wissenschaftliche Thätigkeit für die Erschließung der grofsen Kulturwelt des Ostens aber dauernder als Erz sein werden. Unter ihnen war Martin Martini der erste, der in seinem 1655 in Wien erschienenen Atlas Sinensis eine umfassende und eingehende Darstellung Chinas nach chinesischen Quellen, und zwar nach der 1394 verfafsten Reichsgeographie der Ming<sup>2)</sup> gab. Mir liegt die Blaeuw'sche Ausgabe

<sup>1)</sup> Siehe die ausgezeichnete Übersicht über die 200jährige Geschichte dieser Mission bei F. v. Richthofen, China I, 652 ff.

<sup>2)</sup> Siehe Dutreuil de Rhins, l'Asie centrale, S. 87. Martini's Arbeit scheint doch nicht eine blofse Übersetzung der Ming-Karten zu sein, wie Dutreuil meint, sondern bereits, wie das



von Amsterdam (1658) vor. Ein wie grundlegender Fortschritt hiermit gemacht worden ist, lehrt die Vergleichung mit jeder beliebigen früheren Karte, beispielsweise der in demselben Blaeuw'schen Verlage nur 20 Jahr früher erschienenen «*India orientalis et Insulae*» (im *Atlas Novus* von 1635, Bd. II), die zwar in gewissen Zügen (dem Nordbogen des Hwang-ho, den auf das Kanalnetz Chinas zurückweisenden wunderlichen Flußverzweigungen) die Verwertung einzelner Notizen chinesischen Ursprungs bekundet, im wesentlichen aber voll ist von rein phantastischen, ja geographisch unmöglichen Konstruktionen<sup>1)</sup>.

Nach Dutreuil de Rhins<sup>2)</sup> ist übrigens bereits vor Martini die Geographie der Ming in Europa kartographisch verwendet worden, von Ortelius im «*Theatrum orbis terrarum*» (1584), indessen ganz ungenügend. Auf eine andere sehr interessante europäische Bearbeitung chinesischer Karten vor Martini, die aber ebenfalls wirkungslos geblieben ist, möchte ich hier aufmerksam machen. Der Karte Sanson's «*La Chine Royaume*», herausgegeben 1656, liegt nach Angabe des Autors eine Zeichnung des Matteo Neroni in Rom v. 1590, die im Besitze des Herzogs von Orleans war, zu Grunde; dieselbe soll aus 4 in China gedruckten Büchern entstammen. Es kann das nicht die Reichsgeographie der Ming gewesen sein, denn unsere Karte ist durchaus verschieden von der Martini'schen, und wenn auch der genannten von Blaeuw gegenüber ein Fortschritt, so doch jener durchaus unterlegen. Sanson ist noch vor Ausgabe seiner bereits fertigen Karte der *Atlas Martini's* zu Gesicht gekommen; er erkennt die außerordentlichen Unterschiede an, möchte aber noch dahin gestellt sein lassen, wer Recht behält.<sup>3)</sup>

Martini's Karte nun enthält für das eigentliche China bereits die wesentlichen Züge der heutigen Karte von China; für Tibet dagegen bedeutet sie noch keinen Fortschritt. Wir haben schon betont, daß die Ming-Herrschaft, eine Periode besonderer Abschließung Chinas, eine Zeit mangelnden Interesses für außerchinesische Länder bezeichnet.<sup>4)</sup> Dies zeigt Martini's Atlas. Am weitesten reicht seine Kenntnis nach Westen, wenn sie auch ungenau ist, auf der Linie der Yümönn-Straße im Norden des Hochlandsrandes, die ja noch innerhalb des Mauerwalles lag;<sup>5)</sup> im Süden davon reicht die Kunde allenfalls bis zum Meridian

---

später in so großartigem Maßstabe von seinen Ordensbrüdern geleistet wurde, eine Verbesserung der Chinesen durch eigene Arbeit zu enthalten. Vgl. die hohe Würdigung, die v. Richthofen (*China I*, S. 674 ff.) unserem Pater zollt.

<sup>1)</sup> Die Karte enthält auch noch die beliebte bildliche Darstellung der berühmten Hallucinationen in der Wüste Lop des Marco Polo, in Gestalt sehr zierlich gezeichneter kleiner Teufelchen, die vor den Thoren der großen Mauer ihr Wesen treiben.

<sup>2)</sup> *L'Asie Centrale*, S. 29. Die Benutzung irgend einer schlechten chinesischen Darstellung nimmt Richthofen (*China I*, S. 643) auch von Merkator an.

<sup>3)</sup> Als ein weiteres Beispiel für das Einhergehen schlechter neben guten Karten in China mag die kleine bunte Übersichtskarte von China gelten, die die Kgl. Bibliothek unter No. E 600 (zugleich mit einer Himmelskarte) bewahrt, und die anscheinend noch garnicht sehr alt sein kann.

<sup>4)</sup> nach v. Richthofen (a. a. O. S. 391) ist sie der tiefste Stand der chinesischen Kartographie.

<sup>5)</sup> Zur Provinz *Xensi* gehörig, der letzte bekannte Ort ist *Xachen* (Scha-tschou), an das sich im Westen das Reich *Samarkanda* anschließt.

von Hsining-fu; was darüber hinaus liegt, ist verworren. In der Gegend des Kuku-noor liegt ein See «*Cinghai*» oder «*Mare nigrum*», wobei also wohl eine Vermischung dieses Sees<sup>1)</sup> mit dem Kara-noor vorliegt. Weit südlich davon, ganz irrig gezeichnet, tauchen die zwei Quellseen des Hwang-ho auf, unter dem Namen *Singsieu* (wobei wohl der Name des ganzen Quellbeckens, *Hsing-su-hai*, das «Sternenmeer», zu Grunde liegt) und *Sosing* (offenbar an den Oring-noor erinnernd). Das Quellgebiet des Yangtse ist dem Kartographen augenscheinlich ganz unbekannt. Das Innere Tibets enthält im Norden den bandartig gezeichneten «Sandstrom»<sup>2)</sup> der Schamo-Wüste, der von NO her über die Mauer hinweg nach Süden greift; im südlichen Teile Tibets haben wir noch den beliebten fabelhaften Centralsee, aus dem alle Flüsse Vorder- und Hinterindiens hervorkommen; sonst ist das Gebiet leer.<sup>3)</sup>

Martini's Atlas wird und bleibt nun die Grundlage in Europa bis 1736. Bis dahin sind daher auch die Fortschritte der Kartographie Tibets geringfügig; es werden mit Hülfe der literarischen Berichte aus China, sowie der Notizen einiger europäischer Reisender einzelne Erweiterungen gemacht, aber sie bleiben noch unsicher und sind nicht immer gerade glücklich. Am besten verfolgt man das an den Blättern des trefflichen de l'Isle. Auf seinem Planiglob von 1700 ist der indische Centralsee aufgegeben, aber der Kuku-noor fließt noch mit dem «mer noire» zusammen. Noch im selben Jahre gelangt er, auf der Generalkarte von Asien, zu einer Scheidung beider; hinzu tritt jetzt ein großer Fluß, der über ganz Tibet hinweg, aus der Gegend des im Norden der Gangesmündung, etwa vom 30sten Parallel her nach NO bis in das nordwestlich vom *Cocnor* angesetzte «mer noire» fließt. Dies sei, heißt es, vielleicht der Fluß von *Toktokai*. Der Fluß von *Toktokai* stammt aus Grueber's Reiseberichten.

Ungemein viel reicher ist dann de l'Isle's interessantestes Blatt, die Carte des Indes et de la Chine von 1705. Zwischen dem (einst von Goëz besuchten) Gebiet von *Cascar* und *Coten* (die hier aber falsch zu einander liegen) und dem eigentlichen China kennt er bereits die Königreiche *Ladac* und *Rudok*, und auf der Linie Hsi-ning-fu—Lassa erscheint eine Reihe äquatorial gerichteter Flußstücke, *Hatounoussou* oder *Toktokai*, *Mouroussou*, *Agdame*, *Haraussu*, womit zum ersten Mal die tibetischen Quellflüsse des Yangtse und des Salwen in ziemlich richtiger Weise und wohl erkennbaren Namen auftauchen (Toktonai-ulan-muren, Murui-ussu, Aghodam-ghool, Kara-ussu). Überraschend interessant

<sup>1)</sup> *Thsing-hai* für Kuku-noor, siehe im Wei-tsang-thu-tshi (Klaproth, Journ. asiat. IV, S. 110; ebenso Klaproth mag. asiat. II, S. 209.

<sup>2)</sup> Ausdruck Fa-hian's s. Humboldt's Centralasien I, S. 28a.

<sup>3)</sup> Der Text der (noch unedirten) Geographie der Ming (*Ming-i-tung-tshi*) scheint doch einzelne eingehendere Nachrichten über den tibetischen Westen zu besitzen, die Martini aber nicht verwertet. (Siehe z. B. Mémoires concern. l'histoire . . . . des Chinois par les missionnaires de Pe-kin, t. XIV, 1799. S. 164. Vgl. auch Dutreuil de Rhins, l'Asie Centrale S. 472.) Die oben angeführte Karte Sanson's ist übrigens nicht besser über den Westen unterrichtet, als Martini.

ist auch das Erscheinen der Gebirgsnamen Bainhara (Bayankara-ula) und Tanla (Tangla); letzteres Gebirge ist dargestellt als Stück einer kräftig ausgeprägten Ostwestkette unter  $31\frac{1}{2}^{\circ}$  Breite und ungefähr  $100^{\circ}$  Länge v. Gr. Schon Markham<sup>1)</sup> vermutet, daß de l'Isle neue, eigene Nachrichten von den Jesuiten aus China erhalten und auf seinen Karten zuerst verwertet hat. Bei der oben genannten Karte scheint es mir, da die Mehrzahl der erwähnten Angaben auf dem deutlich als Reiseweg gezeichneten Itinerar von Hsi-ning nach Lassa angeordnet sind, das Nächstliegende, auch hier an den einzigen, der damals über diese Reise berichtet hatte, an Grueber zu denken und anzunehmen, daß de l'Isle ihm mehr von den so arg verzettelten<sup>2)</sup> Kenntnissen dieses Mannes zur Verfügung gestanden hat, als wir heut besitzen.<sup>3)</sup>

De l'Isle's spätere Karten von Tibet können durchweg nicht als Verbesserungen angesehen werden; so wenn er, auch auf Grund von Grueber, die große Mauer in einem ungeheuren Bogen quer durch Tibet bis zum Himalaya herunter führt, oder den Kuku-noor mit dem Hwang-ho verbindet (Carte de la Tartarie von 1706, Hémisphère Septentrionale von 1714). Man sieht, es ist noch ein mühsames, unsicheres Umhertasten. —

Inzwischen war aber für die chinesische Geographie selber ein neues Zeitalter aufgegangen. An die Stelle der Ming war die kraftvolle, erobernde Mandschu-Dynastie Ta-Tsing, die noch gegenwärtig herrschende, getreten; die Macht Chinas dehnte sich wieder weit nach Centralasien hinein aus und mit ihr das geographische Interesse. Ein genialer Monarch, Kang-hi (1661—1722), rief ein großartiges Kartenwerk über den ganzen Umfang seiner Macht und seiner Interessen in Asien ins Leben, das, durch eine fruchtbare Vermählung einheimischer und europäischer Wissenschaft erzeugt, den größten plötzlichen Fortschritt in der Kartographie Asiens überhaupt bedeutet. Die Jesuiten-Missionare an seinem Hofe mußten mit ihren, den einheimischen überlegenen astronomischen und mathematischen Kenntnissen auf eigenen Reisen eine große Reihe von wichtigen Plätzen astronomisch bestimmen und von diesen Haltepunkten aus die reichen und teilweise ausgezeichneten kartographischen Materialien, die in den chinesischen Archiven oder auch im Privatbesitz<sup>4)</sup> seit Alters gesammelt waren, ordnen und zurechtrücken. Auf diese Weise stellten sie in zehnjähriger Arbeit, bis 1718, eine Gesamtkarte von China und einem großen Teil von Centralasien her. In

<sup>1)</sup> Markham, Narratives of the Mission of George Bogle and Thomas Manning to Lhasa, London 1879, S. CXXIX.

<sup>2)</sup> s. Markham, a. a. O., S. VII.

<sup>3)</sup> Merkwürdig ist dabei die Trennung Lassa's von dem fast 2 Grad nordwestlicher, jenseits des Ortes Dame (Dam), angesetzten Poutala, dem Vatican des großen Lama, von dem Grueber uns die einzige, heut noch immer wiederholte europäische Zeichnung mitgebracht hat. (Zuerst in Kireher's China illustrata, S. 74, dann Reclus, Géogr. universelle, Bd. VII, Asie orientale, S. 90, auch Sievers, Asien, S. 496.)

<sup>4)</sup> Vgl. über das letztere Ritter, Asien II, S. 466.

dieser fehlte Tibet zunächst; es wurde hinzugefügt, nachdem zwei besonders vorgebildete Lamas auf mehrjähriger Reise durch Tibet bis zum Ganges dort ebenfalls astronomische Aufnahmen ausgeführt hatten. Man kann nun fast in allen Darstellungen dieser Thatsachen lesen, daß das Innere Tibets bis dahin den Chinesen völlig unbekannt gewesen, und daß jetzt mit einem Schlage das bestehende Kartenbild dieses Landes geschaffen worden sei. Da diese Notiz Irrtümer hervorrufen kann, so ist es gut, einmal entschieden Front dagegen zu machen, als ob die Karte von Tibet wirklich allein auf den Aufnahmen jener Lamas beruhen könnte. Die Karte von Tibet kann nicht anders entstanden sein, als die von China auch, d. h. es kann in dieser kurzen Frist nur vorhandenes Material berichtigt und hie und da ergänzt worden sein. Der Grund dafür liegt auf der Hand, wenn man erwägt, daß die Gesamtheit unserer so glänzenden und zahlreichen europäischen Reisen der Gegenwart in Tibet alleingegenommen noch nicht entfernt imstande sein würde, uns ein so vollständiges und organisches Bild dieses Erdraums zu liefern, wie es in dem hydrographischen Netz der Chinesen vorliegt. Es müssen also diese Gebiete noch ganz ungleich reicher durchforscht worden sein, als wir sie bis heutigen Tages durchforscht haben, besonders müssen die Flußläufe geradezu verfolgt worden sein. Denn die andere Möglichkeit, daß dieses Netz der chinesischen Karte willkürlich erfunden sei, ist ausgeschlossen; erstens ist es genugsam erwiesen, daß ein solches Verfahren den Chinesen im allgemeinen durchaus fern liegt, daß vielmehr allen Zügen auf ihren Karten eine bestimmte geographische Thatsache zu entsprechen pflegt, zweitens hat sich auch in dem besonderen Falle Tibets durch die europäische Forschung bisher allenthalben herausgestellt, daß das chinesische Bild der Wirklichkeit zum mindesten ähnlich war und eine Bekanntschaft mit dem Gebilde selbst unzweifelhaft machte. Wenn man mit diesem Bewußtsein den Bericht des Pater Regis<sup>1)</sup> liest, so ersieht man auch ganz deutlich aus ihm, daß jene Lama-Aufnahme eben nur eine einmalige Reise auf der wichtigen Linie von Hsining-fu nach Lassa und von dort zu den Gangesquellen gewesen ist. Die Ausführung derselben mit ihren astronomischen Arbeiten und die Rückkehr nach China in der angegebenen Zeit ist auch gerade eine verständliche Leistung; die That dagegen, die man ihnen zuschreibt, ist unter den ungeheuer erschwerenden Umständen der tibetischen Landesnatur nur als eine Arbeit von Generationen zu denken. Dunkel bleibt freilich, woher plötzlich dies vortreffliche Material bezogen ist. Daß die Chinesen sich schon viel früher um die Kartographie Tibets bemüht haben, geht aus einer Notiz Klaproth's<sup>2)</sup> hervor, der von einer Karte der nordtibetischen Gebirge vom Hsi-king-shan (dem Gebirge im Süden von Lan-tshou-fu) bis zum kaspischen Meere erzählt, welche man am Anfang des 7. Jahrhunderts unter der Dynastie

---

1) Bei Du Halde, Description etc. de la Chine, Bd. IV, 1735, S. 460.

2) Tableaux historiques, S. 204.



der Sui mit großer Sorgfalt aus Erkundigungen zusammengestellt hatte. Die steten Handelsbeziehungen Chinas mit Tibet, die Gesandtschaften und besonders die Kriege<sup>1)</sup> werden jedenfalls über weite Gegenden Tibets bessere Kenntnis verschafft haben, als die Mingkarte sie zeigt. Nahe liegt es aber mit Ritter<sup>2)</sup> auch daneben an einheimisches tibetisches Material zu denken, da Horacio Della Penna im Palast von Potala bei Lassa solche «*Tabulas chorographicas*» von Tibet selbst gesehen hat. —

Der Erwerb dieses großartigen chinesischen Kartenwerks für die europäische Wissenschaft war die That d'Anville's, der die Blätter, von denen ihm Pausen zugekommen, 1735 in europäischer Übersetzung und Auffassung dem Werke Du Halde's über China beifügte und zwei Jahre später sie als *Nouveau Atlas de la Chine* herausgab. Die hierin gegebene Situations-Darstellung von Tibet ist in den wesentlichen Zügen dieselbe, die wir heute noch auf unseren Karten sehen. An einer Stelle nur bleibt bei ihm eine große Lücke, und zwar wiederum in den nordwestlich von Tengri-noor gelegenen Teilen des Landes. Von Westen her reicht d'Anville's Kenntnis etwa bis zum Meridian von Khotan, von Osten her kennt er die Quellgebiete des Kara-ussu und des Hwang-ho, wie wir im wesentlichen heute sie darstellen; die westlichsten Quellflüsse des Yangtse-kiang dagegen fehlen noch; er kennt den merkwürdigen, mündungslosen Fluß Yarghia-dzangbo und am weitesten nach Westen den See Mari-dzaka, sonst nichts, und die Grenzen der Kenntnis von Süden und von Norden her sind etwa der 33. und 39. Breitengrad. Alles dazwischen Liegende bleibt auf seinem Atlas leer. Besonders bemerkenswert ist das in Bezug auf den Nordwestrand des tibetischen Hochlands zwischen Khotan und dem Lop-noor, jenen Gebirgsabsturz, an dessen Fuß über die dortigen Oasen einst die alte Seidenstraße des Marinus und noch so viele Jahrhunderte nachher die berühmte Nan-lu-Straße der Chinesen entlang geführt hatte. Wir wissen heute, daß infolge von Verschlechterung der Oasen der Hauptverkehr im Tarim-Becken sich seit dem Mittelalter an den Fuß des Tiën-shan verlegt hat, und der alte Weg, wenigstens in Europa, so vollkommen vergessen wurde, daß seine Wiederauffindung und damit die richtige Lage der Nordgrenze von Nordwesttibet erst eine der allerletzten Errungenschaften der modernen Forschung werden sollte.

Fast hundert Jahre hindurch bleibt die von d'Anville gelassene Lücke in der Situationszeichnung Tibets offen. Er selbst fügt in der späteren Einarbeitung seines Atlas in seine *Carte d'Asie* von 1751—53 als einzige interessante Neuerung in diesem Gebiet einen Ort Peim im SW von Lop-noor hinzu, bekanntlich in der That eine Oase der Route Marco Polo's auf der Nan-lu-

---

<sup>1)</sup> Über die Beziehungen zwischen Tibet und China unterrichtet die historische Einleitung des *Wei-tsang-thu-tshi* (Übers. v. Klaproth, Journ. asiat., IV, Paris, 1829).

<sup>2)</sup> Asien, II, S. 466.

Straße<sup>1)</sup>. Alle übrigen Karten bis in das erste Viertel unsres Jahrhunderts wiederholen lediglich das Bild d'Anville's.

Ob die Lücke d'Anville's auch auf der Originalkarte Kang-hi's vorhanden gewesen ist, vermag ich nicht zu sagen, da ich jene nicht kenne<sup>2)</sup>. Es ist bekannt, daß d'Anville's Urmaterial eine unvollkommene Wiedergabe derselben war<sup>3)</sup>; es ist aber andererseits auch gewiß, daß gerade in Bezug auf Tibet die chinesische Geographie in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts noch große Erweiterungen erfuhr.

Kang-hi begann die Eroberung von Tibet<sup>4)</sup>; sein Enkel Kiën-lung (1736—1796) vollendete sie und hielt die Herrschaft gegen wiederholte Aufstände aufrecht<sup>5)</sup>. Dieser, seinem großen Ahn an Energie und Verständnisfülle durchaus ebenbürtig, sorgte für den weiteren Ausbau der geographischen Wissenschaft von seinem Reiche. Den von ihm dem Reiche Kangh-i's hinzugefügten Besitz von Ostturkestan und den Tiën-shan-Ländern bis nach Ili hin, welcher auf der Jesuitenkarte von der bisherigen Grenze in der Gegend von Hami ab nur nach dem vorhandenen Material, ohne eigene astronomische Aufnahmen, hergestellt war, liefs er durch die Jesuiten d'Espinha, d'Arocha und Hallerstein auf mehrfachen Bereisungen berichtigen, und über das ganze Gebiet seines Reiches liefs er eine zusammenfassende Reichsgeographie schreiben, das Werk Ta-Tsing-i-tung-tshi, das 1744 in 356 Büchern zum erstenmal<sup>6)</sup> gedruckt wurde, begleitet von der zu einem großen Atlas des chinesischen Reichs, dem Ta-Tsing-Atlas, gestalteten Jesuitenkarte; dieselbe ist auch später noch in mehreren Ausgaben ergänzt und verbessert worden.

Die auf Tibet bezüglichen Abschnitte, übersetzt von Klaproth,<sup>7)</sup> enthalten in der bekannten trockenen Beschreibungsmanier der chinesischen Geographien, die v. Richthofen einmal treffend als «Landkarte in Worten» bezeichnet, eine Fülle von Material über Hydro- und Orographie Tibets. Während der langen Regierung Kiën-lung's wurden auch noch andere, ansehnend wertvolle

1) Daß d'Anville daran denkt, beweist ein gleichzeitiger Zusatz, die (irrig) Konjektur, daß das Ciarciam des Marco Polo identisch sei mit dem Distrikte Serteng, südwestlich von Sha-tshou.

2) Von einigen wesentlichen Zügen, mit denen wir sie jetzt ausfüllen, von dem noch zu erwähnenden Itinerar zwischen Keria und dem Tengri-noor ist das ziemlich gewiß. Vgl. unten S. 403.

3) Klaproth, *Mémoire sur le cour du Yarou Dzanbo* (*Mag. asiat.*, I, S. 302), und *Nouveau Journal asiatique*, IV, S. 89a.4.

4) Im Jahre 1721 setzt K. dieser Eroberung selbst ein Monument, dessen Inschrift auf Stein von Klaproth im *Mag. asiat.*, Bd. II, S. 216 übersetzt ist, und auch vom *Wei-tsang-thu-tshi* wiedergegeben wird.

5) *Wei-tsang-thu-tshi*, S. 94, 132. Vgl. auch Markham, *Tibet*, S. 134a.2.

6) Dutreuil de Rhins' *Bibliographie in l'Asie centrale*, S. 30 u. 33.

7) *Magazin asiatique* 1825—26, Bd. II. Nach der auf 424 Bücher vermehrten Ausgabe von 1790. Schon früher war das Wesentliche des Abschnitts über Tibet gegeben in d. *Mémoires concernant l'histoire . . . des Chinois par les missionnaires de Pe-kin*; t. XIV, 1799; doch mit manchen Abweichungen und in sehr schwerfälliger Transskription der Namen. Die früheste Ansicht Klaproth's darüber s. im *Asiatischen Magazin* von 1802, Bd. II, S. 257a.

Arbeiten über die «Westländer» verfaßt, von denen uns ein das Ta-Tsing-i-tung-tshi vielfach ergänzender Auszug in dem vielgenannten Wei-tsang-thu-tshi vorliegt. Dies Büchelchen ist eine aus dem unmittelbaren Interesse eines Aufstandes der Ghorka (1791) nach sorgfältig angegebenen Quellen zusammengetragene, aber zugleich von einem guten Kenner Tibets geprüfte und bevorwortete Schilderung der Geschichte, der Sitten und besonders der Geographie des Landes mit einigen Kärtchen,<sup>1)</sup> die nach Klaproth's Übersetzung namentlich unter den Händen Ritter's von besonderer Bedeutung für die Einzelkenntnis von Tibet geworden ist.

Während des ganzen ersten Drittels unseres Jahrhunderts hat Klaproth in rastloser Arbeit diese und andere Quellen der chinesischen Geographie für uns fruchtbar zu machen gesucht und in einer Fülle von Sammelwerken oder Einzelartikeln in Zeitschriften seine Ergebnisse veröffentlicht, die nicht nur von Fleiß, sondern auch von glänzender Kombinationsgabe zeugen. Häufig nur in der bescheidenen Form von Fußnoten bergen diese Schriften einen ganz erstaunlichen Schatz von Wissen, auf den man immer wieder zurückgreifen muß<sup>2)</sup> Als reifste Frucht aller dieser Studien auf geographischem Gebiet darf die wundervolle Carte de l'Asie Centrale gelten, die er am Schlusse seines Lebens vorbereitete. 1836, ein Jahr nach seinem Tode, gelangte sie auf Kosten der preussischen Regierung zur endgültigen Ausgabe. Klaproth erwähnt in einem Briefe an Humboldt,<sup>3)</sup> daß er lange Zeit der einzige Europäer gewesen, der ein vollständiges Exemplar der von Kiën-lung verbesserten Reichskarte besessen habe. Dieses und ein anderer, seit 1823 in London vorhandener Abzug bildet die Grundlage seiner neuen Karte, die überdies nach allem sonstigen Material ausgebaut und durchgearbeitet ist. Sie erweitert d'Anville's Zeichnung besonders in unserem Nordwest-Tibet. Hier wird nun zum ersten Male die Lücke ausgefüllt, und zwar mit Zügen, die ein Gepräge wirklicher Kenntnis tragen und bis zur Stunde von höchstem Interesse sind. Die Karte vervollständigt das Quellgebiet des Yangtsekiang durch die drei so eigentümlich parallel und geradlinig, in der Richtung WzN—OzS laufenden, linksseitigen Quellflüsse des Murui-ussu: Namtsitou-ulan-muren, Toktonai-ulan-muren und Katsi-ulan-muren, von denen der letzte bis zum 89sten Meridian v. Gr. nach Westen hinaufgreift.<sup>4)</sup> Sie

<sup>1)</sup> Nachdem zunächst eine unvollkommene russische Übersetzung erschienen, übertrug es Klaproth ins Französische (*Journal asiatique*, t. IV, 1829). Neuerdings hat der treffliche Rockhill eine neue, englische Übersetzung begonnen, die noch korrekter sein will. (Bisher ein Teil mit Karten erschienen im *Journ. of th. R. Asiat. Soc.* XXIII. New Series.) Das Buch hatte ausdrücklich die Bestimmung, als eine Art bequemer Reiseführer im Koffer mitgenommen zu werden.

<sup>2)</sup> Über Klaproth's wissenschaftliche Thätigkeit unterrichtet der Aufsatz von Landresse in *Nouv. Journ. asiat.*, tome XVI (1835), S. 243.

<sup>3)</sup> Abgedr. in Humboldt's *Centralasien* I, S. 9.

<sup>4)</sup> Die Königl. Bibliothek besitzt einige prächtige Handtuschzeichnungen von Klaproth aus d. Jahre 1821, welche viele Teile der chinesischen Karte bearbeitend kopiren. Unter ihnen befindet sich auch die «Provinz Kamu» mit der Zeichnung der drei genannten Flüsse.

fügt ferner die merkwürdige abflußlose Seengruppe des Ike Namur-noor und Baka Namur-noor hinzu und vor allem enthält sie zwei neue Straßenzüge mit zahlreichem topographischen Detail daran; einen im Norden des Murui-ussu-Systems, der sich neuerdings als die StraÙe durch das südliche Tsaidam erwiesen hat, und einen anderen, der von Lassa aus um das Westende des Tengri-noors herum biegt und nun in westnordwestlicher Richtung mitten durch das unbekannteste Gebiet von Tibet über Tak (Polu) nach Keria und Khotan läuft. Diese letztere, erst von Kaiser Kiën-lung eingerichtete<sup>1)</sup> StraÙe ist bis heut noch nicht nachgezogen worden und ist in mancher Beziehung recht geheimnisvoll. Das einzige, was wir aus chinesischer Quelle über einen Verkehrsweg von Lhassa nach Khotan sonst wissen, ein paar Notizen des Wei-tsang-thutshi,<sup>2)</sup> ist ganz dürftig, kaum mehr als die Bestätigung der Existenz eines solchen. (Die Herausgabe desjenigen Teils der chinesischen Reichskarte, der die besprochenen Gebiete umfaßt, war vom Verfasser unter liebenswürdiger Mitarbeit des Herrn Karl Himly hierfür vorbereitet, der Schwierigkeit ihrer Herstellung wegen kann sie jedoch erst in einem der nächsten Hefte der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin erfolgen. S. also dort.)

Klaproth's Karte ist nunmehr für die Kartographie der Folgezeit kanonisch geworden,<sup>3)</sup> bis zu jenen neuesten Forschungsreisen hin, von denen wir sprechen werden, und auch diese haben nur Korrekturen im einzelnen, keine grundlegende Änderung mehr gebracht. —

Wir haben in dieser Entwicklung von Martini an bisher nur das horizontale Element der Geographie von Tibet ins Auge gefaßt. Wenden wir uns nunmehr zur vertikalen Gestaltung.

<sup>1)</sup> Nach Studien des Prof. Schott. Vgl. Ritter, Asien VII, S. 326.

<sup>2)</sup> Journ. asiat. IV (1829), S. 124 und 276.

<sup>3)</sup> Der Einfluß der Klaproth'schen Arbeiten ist schon vor dem Jahre 1836 in der europäischen Kartographie zu verfolgen. Schon vorher hatte Klaproth einzelnes seiner Kenntnisse kartographisch verwendet; so in den Karten zu seiner *Asia polyglotta* (1823), zu den *Tableaux historiques* (1826) und besonders in dem Blatt in den *Mémoires relatifs à l'Asie*, Bd. II (1826), S. 362. Aber auch die Blätter der späteren Karte selbst, deren Erscheinen als ein Ereignis mit Spannung erwartet wurde, scheinen bereits vorher, etwa seit 1831, manchem Gelehrten zu Gesichte gekommen zu sein. Humboldt berichtet dies von sich selbst geradezu (*Centralasien* I, S. 8), und man kann, wenn man die Kartographie jener Zeit verfolgt, das Eindringen der Klaproth'schen Züge, wenn auch zuerst etwas unsicher, von 1832 an feststellen. Man vergleiche z. B. die Ausgaben der Weiland'schen Karte «das chinesische Reich und das Kaisertum Japan» (Weimar) von 1830 mit der von 1832. Ebenso Grimm's Karte von Hochasien zu Ritter's *Asien* I u. II, 1832; oder Edler's *Chinesisches Reich*, 1833 (Stieler's Atlas). Auch Arrowsmith in seinem großartigen London Atlas von 1834 hat bereits die betreffenden topographischen Züge von Nordwest-Tibet. Neues Material ist dann lange nicht hinzugekommen. Auch Berghaus' berühmter Atlas von Asien (1843) enthält auf seiner Karte von China und Japan, die «den Manen Klaproth's gewidmet» ist, nur eine Wiedergabe der *Carte de l'Asie Centrale*. Selbst Hue's so schöne Reise von 1845 hat bei der bekanntlich nur sehr geringen Auffassung des (anderweitig recht gut beobachtenden) Urhebers für die physische Geographie zunächst keinerlei Vorteile gebracht. Auf der Königl. Bibliothek wird eine sehr ausführliche Handzeichnung von H. Kiepert zu Hue's Reise bewahrt (1850), die aber nirgendwo recht glücklich erscheint. Erst v. Richthofen entnahm Hue einige wertvolle Stützpunkte für seine Theorien (s. China I, S. 259 a).



**Theorien über die Plastik Tibets.** Was die Erfassung der Hochlandsnatur des Ganzen betrifft, so hat dabei die chinesische Wissenschaft nur geringe Dienste geleistet. Ihr selbst fehlt, wie wir schon sahen, eine derartige plastische Gesamtauffassung, und nur mittelbar, durch europäische Auslegung,<sup>1)</sup> konnte sie für eine solche verwertet werden. Gewichtiger noch wirkten die Berichte jener oben genannten europäischen Tibet-Reisen, die, so dürftig sie in mancher Hinsicht waren, doch den richtigen Eindruck hervorriefen, daß das Land Tibet eine Massenerhebung von ungeheurer Durchschnittshöhe, eine Hoehburg des Kontinents, darstelle. Es dauerte aber lange, bis das wirklich vorhandene Hoehland-Individuum in seiner Umgrenzung richtig erfaßt wurde; in der Freude des neuerwachenden Verständnisses für die großen Züge kontinentaler Plastik wurde nämlich der Gedanke übertrieben; mit jenen Nachrichten aus Tibet vermengte sich die Erinnerung an die Schilderung der mittelalterlichen Reisenden im Tarim-Lande und der Mongolei, die in ähnlicher Weise von gewaltigen Höhenanstiegen im Osten der turanischen Tiefländer berichteten,<sup>2)</sup> und es entstand so die bekannte Vorstellung von einem ungeheuren innerasiatischen Hoehlande von 2—3000 m Meereshöhe, der sog. Hohen Tartarei, das sich ungefähr mit dem ganzen Begriff des heutigen Richthofen'schen Centralasien nebst den Übergangslandschaften deckt. Diese Vorstellung hat bis in die ersten drei Dezennien unseres Jahrhunderts hinein geherrscht<sup>3)</sup> und ist auch dann erst allmählich beseitigt worden. Humboldt hat zuerst Bresehe hinein gelegt, indem er aus den Berichten von der üppigen Kultur der Oasen des Tarim-Beekens und der Dsungarei folgerte, daß die Umgebungen jener nicht ganz so hoch liegen könnten. Die erste sorgfältige Höhenmessung von Fufs und v. Bunge (1830) in der östlichen Mongolei gestatte ihm, für die letztere Gegend sogar eine ganz sichere Widerlegung der alten Ansicht hinzu zu fügen, denn dieselbe ergab nur etwa 1300 m Mittelhöhe.<sup>4)</sup> Seitdem ist die Zerstörung der Anschauungen über die durchgängige Höhenlage der Gobi bekanntlich bis zu dem Grade vorgeschritten, daß am Südfusse des Tiënshan sogar eine Senkung bis unter den Meeresspiegel gefunden worden ist. Sehr lange hat es aber doch gedauert, ehe eine genauere Umgrenzung des Hoehlandbereichs von Tibet festgestellt worden ist. Der Bau des Himalaya-

1) Ein merkwürdiges Beispiel hierfür, anknüpfend an die Theorie der Verbindung von Tarim und Hoang-ho findet sich bei Humboldt, *Fragmente* (deutsch v. Löwenberg), S. 150 u. 151. Der recht unglückliche Versuch lehrt ausgezeichnet wie groß unsere Unklarheit über die Verhältnisse noch vor kurzer Zeit (1830) gewesen ist.

2) Auch die irrigen Messungen der Patres Gerbillon und Verbiest auf ihren Reisen in der östlichen Mongolei (1688—98) trugen dazu bei (v. Richthofen, *China I*, S. 22).

3) S. zum Beispiel die kurz vor 1830 gezeichneten Karten von Reichard (das chinesische Reich, v. C. G. R., 1826) oder Weiland (das chines. Reich u. d. Kaisertum Japan, 1829), die dies Plateau höchst gewaltsam darstellen. Ebenso Berghaus (Bgs., Iran und Turan, 1829).

4) v. Humboldt's *Fragmente*, frz. 1830, deutsch v. Loewenberg 1832, S. 148—51; *Centralasien I*, S. 28 ff., v. Richthofen, a. a. O., S. 21—23. Humboldt behauptete sogar für das Hoehland zwischen Himalaya und Kwen-lun, daß es noch nicht 3600—4000 m erreiche. (*Centralasien I*, S. 38).

Walls wurde schon durch die englischen Arbeiten seit Ende des vorigen Jahrhunderts festgestellt, der richtige Verlauf des Nordabfalls von Yarkand bis Lantshou dagegen ist erst durch die Reisen der letzten Jahrzehnte ermittelt worden, über die östliche und südliche Begrenzung sind wir noch heut sehr im Unklaren.

Dafs übrigens Tibet kein wirkliches Tafelland, sondern zum Teil auch von Gebirgsketten durchzogen und umrandet sei, hatte man früh erkannt, und es gehen neben den Theorien über die Höhenlage Tibets auch solche über die Anordnung der tibetischen Gebirgsketten her.

Das Verständnis der Chinesen für Erfassung und Bestimmung von ganzen Gebirgsketten erscheint meist äufserst gering, weil sie ihre Namen an einzelne Berge zu heften pflegen. So begegnet man z. B. im Ta-Tsing-i-tung-tshi immerwährend Namen, die von der sonderbaren Ähnlichkeit eines Gipfels mit einer Kuh, einem Pferd, einem Pfau u. dergl. hergenommen sind. Wenn man jedoch aufmerksam liest, so erkennt man doch, dafs dem Schilderer recht wohl das Bewußtsein gröfserer Linien und Zusammenhänge vorschwebt.

Es ist merkwürdig, dafs nach so vielversprechenden Anfängen, wie wir sie bei de l'Isle gewahren (vergl. oben S. 399), eine vernünftige Auffassung von dem Gebirgsbau Tibets so lange auf sich hat warten lassen. D'Anville zeichnet in der bekannten Weise der damaligen Wissenschaft halb und halb willkürliche Wasserscheide-Gebirge. Pallas, der selbst einen grofsen Teil der Gebirge Nordasiens aus eigener Anschauung kannte und sich auch bemüht hatte, selbständig einheimische Erkundigungen über das Innere Asiens zu sammeln, ging von der Anschauung aus, dafs es Gebirgssysteme gäbe, deren Ketten sich zu einem oder mehreren Centren strahlenförmig vereinigten; die Gegend der Vereinigung, eine Art gemeinsamen Plateaus, sollte dann alle diese Ketten an Höhe überragen. So konstruiert er sich in Centralasien zwei ungeheure Gebirgs-Strahlenknoten; einen nördlichen, den Bogdo-ola, von dem die Gebirge des Tiën-shan- und Altai-Gebietes ausgingen, und einen südlichen, noch riesenhafteren, das Hochalpenland von Tibet, den Ausgangspunkt der Gebirge von Iran, den beiden Indien und China. Die zwischen beiden liegende Wüste Gobi betrachtet er als ein Hochplateau, an Höhe ähnlich dem von Ecuador.<sup>1)</sup> Erst Klaproth und Humboldt haben auch hier Licht geschaffen. Gewöhnlich gilt Humboldt als der eigentlich schöpferische Genius für die heutige Anschauung vom «Gczimmer» des asiatischen Kontinents; es hat indessen doch ein so inniges Zusammenarbeiten mit Klaproth stattgefunden, dafs die einzelnen Verdienste schwer zu sondern sind, und man jedenfalls sich hüten mufs, diejenigen des letzteren zu gering anzuschlagen. Humboldt selbst ganz besonders bemüht sich, ins rechte Licht zu stellen, wieviel

---

<sup>1)</sup> Pallas, *Observations sur la formation des montagnes*, St. Pétersbourg, 1777, S. 13 ff. Wie lange diese fesselnd durchgeführte Theorie noch ihren Einfluß geübt hat, lehrt ein Blick auf die Karten von S. M. F. Schmidt, *Asien* (zu Ritter's *Erdkunde*), Berlin 1819, oder Weiland, *Charte von Asien*, Weimar 1839.

Klaproth hinsichtlich der Orographie verdanke. Die grundlegende Trennung von Tiën-shan und Kwen-lun und die Bestimmung ihrer Lage schreibt er ihm allein zu.<sup>1)</sup> 1831 erschienen Humboldt's *Fragmens de géologie et de climatologie asiatiques*, beginnend mit dem *Mémoire sur les chaines de montagnes*<sup>2)</sup> u. s. w., welches begleitet war von einer für die zeitgenössische Geographie maßgebend gewordenen kartographischen Darstellung der Gebirgszüge und zahlreichen Fußnoten von Klaproth.<sup>3)</sup> Dann entstand Klaproth's großartige Karte (ed. 1836)<sup>4)</sup>, und als zusammenfassende Frucht der gemeinsamen Arbeiten kann wohl Humboldt's berühmtes Werk *L'Asie centrale* angesehen werden (1843 französisch erschienen, 1844 deutsch von Mahlmann). In dem letzteren ist der Gebirgsbau Asiens und damit auch der von Tibet, trotz des Umstands, daß Humboldt's gegenwärtig überwundene geologische Theorien eine Hauptrolle dabei spielen, infolge der höchst scharfsinnigen Verwertung des gesamten Quellenmaterials in seinen allergrößten Zügen für immer richtig gestellt. Himalaya und Kwen-lun sind die beiden orographischen Systeme, die in Tibet auftreten. Der eine den durch die Forschungen der Engländer bereits wohlbekannten Bogen bildend, der andere (in geistreicher, wenn auch zu weit gehender Anknüpfung an eine der ältesten Gebirgstheorien über Asien, an die im 40sten Parallel ganz Asien durchziehende Kette des Dikäarch und Eratosthenes,)<sup>5)</sup> als eine gradlinige Fortsetzung des Hindukusch aufgefaßt und durchgeführt bis weit in das eigentliche China hinein (bis 110° ö. L. v. Paris)<sup>6)</sup>. Es ist ja namentlich dies letztere Gebirge, welches unser ins Auge gefaßtes Nordwest-Tibet beherrscht. Im einzelnen wird der zu Anfang aufgestellte Gedanke etwas verändert; es ergibt sich aus Humboldt's Auffassung schließlich etwa folgendes: Im Westen beginnt der Kwen-lun in 35½° n. Br. und 71° ö. L. v. Paris am Bolor-tag. Hierbei ist noch keine Sonderung des Kwen-lun von der Karakorum-Kette vorgenommen; dies ist erst einer späteren Zeit gelungen. Der damals schon berühmte Karakorum-Paß wurde noch auf den Kwen-lun verlegt.<sup>7)</sup> Die Kette läuft dann zuerst in der Richtung

1) Centralasien I, S. 6, 7. Eine ursprüngliche Anregung verdankt er einem ihm schon 1818 zur Verfügung gestellten handschriftlichen Aufsatz von Klaproth: *Tableau des montagnes de l'Asie-Centrale* (vgl. a. a. O. S. 597 a I), mit dem wohl Klaproth's späteres *Tableau des plus hautes montagnes* u. s. w. (mag. asiat. II 1825—27) in Zusammenhang stehen dürfte.

2) Zuerst 1830 deutsch in Poggendorff's *Annalen*, Bd. 94.

3) Gesondert schon 1830 in *Nouv. Ann. de Voy. t. IV, S. 217*.

4) S. auch Klaproth, *Sur les Nègres de Koenen-lun* (*Nouv. Journ. asiat.* XII (1833), S. 232,

5) Centralasien S. 7, 86, 98 u. a.

6) a. a. O. 138, 141.

7) Centralasien, S. 100 und die zugeh. Karte. In der Karte zu den *Fragmens de géologie etc.* findet sich eine viel richtigere Darstellung, die leider später aufgegeben wurde. Es ist sehr merkwürdig, daß die Reise des Mir Izzet Ullah nicht zu einer richtigen Erkenntnis der Bedeutung jener wichtigen Bergkette geführt hat, die er noch nördlich vom Karakorum-Passe im Yangi-dawan überschreiten mußte. Einzig bei Arrowsmith (*London Atlas*, No. 29, 1834) habe ich eine überraschend zutreffende, jedenfalls aus einer Kombination der obigen ersten Karte Humboldt's und der Angaben des Mir Izzet Ullah entstandenen Zeichnung der Gebirge des westlichsten Tibet gefunden.

des Breitegrads, hierauf ein wenig nach Südost geneigt, bis zum 90sten Meridian, wo sie im Bassa-dungram-oola endigt. Ihre letzte Richtung wird ungefähr fortgesetzt im Bain-khara-oola, der bis zum Meridian von Tshing-tu-fu reicht, und den Humboldt als eine etwas nach Norden verworfene «Parallelbildung der großen Spalte» auffaßt.<sup>1)</sup> Im Norden davon erscheinen auf der Karte in der Umgebung des Kuku-noor noch einige weitere Parallelgebilde, von denen es nicht ganz deutlich wird, wieweit der Verfasser sie alle zum Kwen-lun-Systeme rechnet und damit sich der später von F. v. Richthofen festgestellten Thatsache des großen Parallelrostes bereits bewußt wird. Den ersten Teil, bis zum Bassa-dungram-Gebirge, bezeichnet er als den eigentlichen Kwen-lun.<sup>2)</sup> Wir werden sehen, wie eigentümlich sich die Anschauung von der Existenz und Bedeutung dieses Zuges in allerneuester Zeit zu bestätigen scheint.

Daneben erklärt Humboldt aber auch, daß die Oberfläche Tibets durch gitterförmige Gebirgsketten in eine Anzahl flache Becken zerlegt werde.<sup>3)</sup>

Als letzter im Bunde der großen Geographen, die in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts die Summe aus der bisherigen Forschungsarbeit in Centralasien in meisterhafter, für jenes Material nahezu allenthalben abschließender Weise zogen, ist Karl Ritter zu nennen. In dem zweiten und dritten Bande seines Asien (1833 und 34) hat er am ausführlichsten über Tibet gehandelt.<sup>4)</sup> Und wenn er auch, wie v. Richthofen<sup>6)</sup> nachweist, in den großen Zügen die Ansichten der genannten Männer wiedergibt, so löst er doch selbständig die Aufgabe, jenen Grundriffs mit allem erreichbaren Detail lebensvoll auszugestalten. Freilich, dieses Detail bezieht sich fast durchgängig auf die südlichen und östlichen Teile Tibets; unser Nordwest-Tibet, das nördlich von der Gangdisri-Kette, der sog. dritten Himalaya-Kette, liegende Gebiet von Khor-Katschi, muß auch er noch als eine fast völlige terra incognita bezeichnen.<sup>7)</sup> Immerhin hat er aber erkannt, daß man nach Übersteigung der Himalaya-Ketten hier ein ganz anderes Gebiet, als jene wilden Gebirge findet, ein weites Hochland von ungefähr Montblanc-Höhe, das nach Norden keineswegs zu fallen, sondern eher zu steigen scheint. Dies Hochland sei keine Ebene, sondern durch an sich mächtige, wenn auch relativ (bis zu Brockenhöhe) niedrige, parallele Gebirgszüge, die dem Himalaya- und Kwen-lun-systeme angehören, gegliedert. Das ganze trage landschaftlich den Charakter öder, unbewohnter Sand- und Steinwüste. In der That eine Anschauung, an der fast nichts zu berichtigen, die nur auszubauen ist. —

1) Centralasien I, S. 600, 602.

2) a. a. O. S. 604.

3) Centralasien II, S. 183.

4) Centralasien II, S. 183.

5) Asien II, S. 588 ff. und III, S. 172 ff., woselbst der Nachweis über alle früheren Stellen des Werkes.

6) China I, 227, 724. S. auch Ritter selbst, Bd. II, S. 409.

7) Asien III, 174.



So haben wir die Entwicklungsgeschichte der Erforschung von Tibet bis an die Schwelle desjenigen Zeitabschnitts geführt, den wir als letztes Zeitalter der Entdeckungen bezeichnen, und wir haben gesehen, daß bei allen bisherigen Bestrebungen die nördlichen Hoehländer in ihren Einzelheiten nahezu unbekannt geblieben sind.

### Die Arbeit der Gegenwart.

**Die Reisen.** Den Reigen der neuesten Forschungsreisen in Tibet eröffnen 1856 die drei Gebrüder Schlagintweit, die von Indien her die westlichste Verengung des tibetischen Hoehlands, zwischen Kaschmir und den Gebieten von Yarkand und Khotan bis jenseits vom Kwen-lun durchqueren.<sup>1)</sup> Sie unterscheiden nunmehr die Ketten des Karakorum und Kwen-lun. Es folgen ihnen in demselben Gebiete die Reisen von Johnson (1865), die wiederholten Expeditionen von Hayward (1868—70), Shaw (1868—69 und 1870), Forsyth (1870 und 1873—74). Als Glied der letzteren führte Ferdinand Stoliezka seine großartige geologische Aufnahme des Reiseweges aus, und querte Kishen Singh das Hoehland auf der bis heut am weitesten östlich gelegenen Linie Keria-Rudok. Auf gleicher Linie schritt Carey (1885); andere Pfade eröffneten Younghousband (1886 und 1889), Dauvergne (1889 und 1890).<sup>2)</sup> Zu diesen von Indien aus ausgeführten Vorstößen gesellen sich dann solche von Norden her. Die Brüder Grum-Grshimailo (1887) und Kapt. Grombtschewski (1888—90) bereisen in mehrfachen kühnen Streifzügen die Gegenden zwischen Karakorum und Kwen-lun. Letzterer macht einen leider mißlungenen Versuch von Polu aus, auf der geheimnisvollen Südost-Route nach Lassa vorzustößen. Derselbe Versuch mißlang auch Dutreuil de Rhins im Herbst 1891. Endlich ist hier die Expedition Pjewtsow (1889—90) zu nennen, die den Kwen-lun von Norden her überstieg und untersuchte.

Der Süden Tibets ist in der Neuzeit für den europäischen Forscher durch das Mißtrauen der einheimischen Behörden durchaus verschlossen worden. Hier ist daher das Gebiet, auf welchem, seit Oberst Montgomerie's Vorgang, in den Elementen der europäischen Methoden unterrichtete Hindu, die Pandits, staunenswerte und höchst ergiebige Reisen ausgeführt haben. 1865 beginnen dieselben mit einem Vorstoß auf das Plateau von Rudok. Am nächsten unserem Gebiete verläuft die Reise Ntain Singh's von Leh nach Lassa (1874) um das Nordufer des Tengri-noor herum.

1) Adolf Sch. gelangt bis Kaschgar, wo er 1857 getödtet wird. Hermann und Robert kehren von Buschia aus, im Norden des Kwen-lunkammes auf der Straße über den Iltschi-Paß unweit Khotan gelegen, um.

2) Für die nähere Verfolgung dieser und der folgenden Reiselinien verweise ich auf meinen Karton in d. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1891, Heft 3. Dazu auf Sievers, Asien, Taf. S. 30.

In den Osten Tibets fallen vor allen Dingen die grofsartigen Reisen Prshewalski's, die für Asien den Höhepunkt der entdeckenden Thätigkeit unseres Zeitalters ausmachen. Die erste (1870—73) führt ihn quer über die Gebirge der Kuku-noor-Gegend bis zum nördlichsten Punkte des Murui-ussu. Die zweite (1876—77) gelangt nicht bis auf das Hochland, bringt aber im Süden des Lop-noor die Aufsehn erregende Entdeckung des Altyn-tag, des nördlichsten Randwalls von Tibet. Am tiefsten ins Herz des Hochlands, bis 12 Tagereisen von Lassa, führt die dritte (1879—80), die vierte endlich (1884—85) erhellt die Quellgegend des Hwang-ho und die Gebirgsumrandung Tsaidam's. Die Linie der dritten Reise wird zu einem vollständigen Querprofil über das ganze Hochland erweitert durch die ihr die Hand reichende, wunderbare Fahrt des Pandit Krishna (A—K—, 1879—82). Die furchtbaren Wüsteneien im Süden der Marco Polo-Kette beleuchtet Carey's und Dalgleish's verwegene Reise (1886), die also mit am tiefsten in unser Gebiet hineinführt. Noch mehr mitten in dasselbe, weil noch weiter nach Westen gelegen, dringt die an Kühnheit und Erfolg all diese vielleicht noch überflügelnde völlige Durchquerung Tibets von seiten Bonvalot's und Prinz Heinrich, von Orléans (1889—90).

Was endlich den Nordrand betrifft, die in alter Zeit soviel begangene Seidenstrafse, den Weg Marco Polo's, so ist er erst ganz vor kurzem begleitet worden, nämlich zuerst von Prshewalski 1885<sup>1)</sup> und dann von der Expedition Pjewtsow 1890. Die Strecke zwischen dem Lop-noor und Sha-tshou ist seit Marco Polo noch immer unbezwungen. —

So sehen wir also bis 1890 die terra incognita von Nordwesttibet allmählich eingeschränkt auf einen Raum zwischen dem 81/82. und 89. Meridian und dem 32/34. bis 36/37. Parallel, ein Gebiet, erheblich kleiner als Deutschland. Und durch dies Gebiet ist, wie es nach den vorläufigen Nachrichten erscheint, ganz neuerdings noch eine Mittellinie gezogen worden durch die Expedition Bower und Thorold (1891—92), die von Leh aus in direkt westlicher, weit nördlich von Nain Singh's Route verlaufender Richtung das Hochland durchquert haben soll. Mit diesen Thaten ist, das darf man annehmen, die Enthüllung des nordwestlichen Tibet im Grofsen vollendet.

**v. Richthofen's China.** Ehe wir aber zu einer Verwertung auch der letzten dieser Reisen schreiten, müssen wir noch einen Halt in der Ge-

<sup>1)</sup> Erst vor kurzem war durch Erkundigungen jener genannten europäischen Besucher des Tarim-Beckens, Shaw, Forsyth u. a., die Existenz eines uralten und noch vorhandenen Oasenstriffs zwischen Khotan und dem Lop-noor-Gebiet entdeckt worden, und Yule hatte darin die altberühmte Nanlu-Strafse wieder erkannt. Auf den Gedanken, dafs derselbe an eine so scharfgezeichnete und riesenhafte Schwelle des Bodens gebunden sei, kam man aber noch nicht (vgl. z. B. die gewaltsamen Auswüchse in das Tarim-Becken hinein auf der grofsen Karte von Centralasien, die das k. k. militärgeographische Institut 1873 herausgab). Das NO—SW-Gebirge erscheint auf unseren Karten erst seit 1877, d. h. seit Prshewalski am Altyn-tag das Fortlaufen desselben bis Khotan erkundete; doch wurde diese Randlinie des tibetischen Hochlands anfangs viel zu tief nach Süden ausgebogen. Erst Prshewalski's letzte Reise 1885 hat endlich den Umrifs Nordwesttibets im Norden vollendet.

schichte der neuesten Forschung hervorheben, einen Zeitpunkt, der für die geographische Wissenschaft von Ost- und Inner-Asien nicht weniger einschneidend ist, als die Zeit d'Anville's oder Ritter's, nämlich das Erscheinen des ersten Bandes von v. Richthofen's *China* (1877). Es ist hier nicht der Ort, die allgemeine Bedeutung dieses Werks auseinanderzusetzen, sie ist ja der Mehrzahl der Leser dieses Buches ohnehin bekannt; ich beschränke mich auf eine kurze Andeutung dessen, was darin über Nordwest-Tibet gegeben wird<sup>1)</sup>.

v. Richthofen schreitet von der nur thatsächlichen Erkenntnis des tibetischen Hochlands als einer welligen Ebene von großer Durchschnittshöhe mit relativ geringfügigen Bergzügen fort zur genetischen Auffassung derselben. Er lehrt Tibet als ein Gebiet kennen, dessen tektonischer Grundbau eigentlich ein höchst bewegtes Gebirgsland ist; die jetzigen plateauartigen Gebilde sind eine sekundäre Bildung aus dem in Äonen aufgehäuften Trümmerschutt der Gebirgsketten. Den grundsätzlichen Unterschied des nordwestlichen Tibet von dem südöstlichen, dem indo-chinesischen Berglande, den schon Ritter erfaßt hatte<sup>2)</sup>, nämlich das jenes ein hochgradig flachwelliges, «centrales» Steppenland, dieses dagegen eine ebenso hochgradig zerklüftete, «peripherische» Gebirgswelt sei, arbeitete er schärfer heraus und begründete ihn genauer durch die geniale kombinatorische Konstruktion der großen südöstlichen Wetterscheide in anscheinend «sinischer» Streichrichtung, jener «Schwelle, welche als Gebälerin von Riesenströmen ohne Vergleich dastet»<sup>3)</sup>. Die zentrale Bodenbildung, deren allgemeine Eigentümlichkeiten er in so grundlegender Weise klargestellt hat, erreicht nach seiner Anschauung nirgends eine reinere, vollkommenere Ausbildung, als in jenen Gebieten, die wir hier näher ins Auge fassen.

Auch v. Richthofen aber mußte im einzelnen diese Gebiete allerdings noch als terra incognita ansehen; standen auch ihm doch für das große Gebiet zwischen der ersten Reiseroute Prschewalski's und den Wegen der Panditen Kisehen Singh und Nain Singh noch fast keine weiteren Quellen zu Gebot, als einst Humboldt und Ritter. Dennoch gelang es ihm durch die Kombination seiner eigenen Aufnahmen im chinesischen Tsin-ling-shan mit den Forschungsarbeiten im westlichsten Kwen-lun, vor allem mit Stoliezka's dortigen geologischen Ergebnissen, in ganz neuer, umfassender und begründeter Weise das Wesen des ungeheuren einheitlichen Gebirgsgerüsts zu erfassen, das als «Kwen-lun» räumlich wie entwicklungsgeschichtlich die centralste Stellung im Gezimmer des Kontinents einnimmt. Er machte es dadurch wahrscheinlich, daß die von ihm im angeführten Meridian von Lan-tshou klargestellte Parallelkettenbildung in der Streichrichtung OzS—WzN auch weiter-

1) *China I*, an vielen Stellen (vgl. d. Index), besonders im Abschnitt «der Kwen-lun».

2) Ritter, *Asien III*, S. 202.

3) *China I*, S. 255.

hin nach Westen, d. h. in unserm Gebiet, den Gebirgsbau beherrscht, wenngleich im einzelnen die Gestaltung desselben noch als sehr unklar gelten mußte. Einen der wichtigsten Stützpunkte für diese Theorie bildeten jene kartographischen Züge des westlichsten Murui-ussu-Quellgebietes, die Klaproth der Karte von Tibet hinzugewann<sup>1)</sup>.

Die in jenen Gebieten erreichten Meereshöhen veranschlagte v. Richthofen bis gegen 6000 m.<sup>2)</sup>

**Weiterentwicklung dieser Kenntnis.** Verfolgen wir nun, wie sich seitdem das Bild Nordwest-Tibets vervollständigt hat. Glänzende Bestätigungen folgten den Richthofen'schen Mutmaßungen auf dem Fuße. Es war im höchsten Grade reizvoll mitanzusehen, wie in den nächsten Jahren sich der mächtige leere Raum unserer Tibet-Karten rasch mit einer Fülle orographischer Einzelzüge überdeckte, wie eine Glasfläche mit Eisnadeln, anfangs scheinbar verwirrend in ihrer Fülle, bald aber, wie die letzteren, unverkennbar das Walten einer Gesetzmäßigkeit offenbarend. Es ward binnen Kurzem leicht, den Parallelketten-Rost des Meridians von Lan-tshou nach Westen fortzubauen bis zur Linie Sha-tshou-Lässa und stellenweis noch weiter hinaus.<sup>3)</sup> Die Wahrscheinlichkeit, daß in dem dann noch übrigbleibenden unerforschten Raume jener Kwen-lun-Parallelismus weiter regiere, war damit gewachsen. Freilich war inzwischen eine andere, unerwartete Entdeckung gemacht worden, die dieselbe doch wieder nachdrücklich in Frage gestellt hat, die Feststellung der Fortsetzung der Gebirgsmauer des Altyn-tag in Umbiegung nach Südwesten bis zur Vereinigung mit den Gebirgen im Süden von Keria durch Prshewalski.<sup>4)</sup> Dieser faßte dieselbe als eine einheitliche Gebirgskette auf, als organische Fortsetzung der Kwen-lun-Kette, den wir bei Khotan und Keria kennen, und benannte sie «Russische Kette». Im Osten liefs er sie übergehen in den großen Kettenzug, den er am Südrande der Depression von Tsaidam entdeckt hatte und in welchem er den Hauptstrang des Kwen-lun-Systems sah, während er dem Altyn-tag die Stellung einer Art nordöstlichen Abzweigung gab. Diese Theorie von einem flach S-förmig geschwungenen Verlauf des sonst nur als so starr geradlinig bekannten Kwen-lun hatte doch mancherlei Bedenken,<sup>5)</sup> und es erschien deshalb geboten, mit Vorsicht

<sup>1)</sup> Vergl. China I, S. 254.

<sup>2)</sup> a. a. O., S. 249 u. 255. Es ist wert, einmal darauf hinzuweisen, wieviele Deutsche unter denen sind, die sich um die Geographie dieses innersten Asiens bemüht und zum Teil dabei Leistungen vollbracht haben, die zu den großartigsten unserer Wissenschaft überhaupt gehören. Unter den in dieser Arbeit genannten sind deutschen Stammes: Grueber, Martini, Pallas, Klaproth, v. Humboldt, Ritter, die Schlagenthews, Stoliczka und v. Richthofen.

<sup>3)</sup> S. meinen «Versuch einer Orographie des Kwen-lun», Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, 1891, Heft 3.

<sup>4)</sup> Es war die Auffindung dieses anscheinend ununterbrochenen und riesenhaften Gebirgswalls in dieser Richtung in der That eine völlige Überraschung.

<sup>5)</sup> Vgl. Zeitschrift der Gesellsch. f. Erdk. z. Berlin, 1891, S. 230.



ihr gegenüberzutreten und einstweilen noch die Möglichkeit zu verteidigen, daß jener Randabsturz, den Prshewalski am Nordfusse verfolgt, auch durch einen grofsartigen Querbruch durch das Parallelsystem der Kwen-lun-Ketten erklärt werden könne, die in Wahrheit in unveränderter OzS—WzN-Richtung durch das unerforschte Innere bis zum Tarim-Becken dahinzögen.

Seitdem ist durch die allerletzten Reisen wichtiges Material zur weiteren Erörterung der Frage beigebracht worden. Die Expedition Bonvalot hat das unbekannte Gebiet zwischen dem 89. und 90. Meridian durchquert, und es hat sich mit Augenscheinlichkeit erwiesen, daß auch hier noch das Kwen-lun-Streiehen durchaus die Struktur des Bodens beherrscht.<sup>1)</sup> Andererseits hat die Expedition Pjewtsow die russische Kette zum besonderen Gegenstand ihrer Arbeiten gemacht, und an mehreren Stellen Vorstöße vom Tarim-Becken auf das tibetische Hochland ausgeführt, sodaß ihre Ergebnisse geeignet sein müssen, über dieses Gebilde aufzuklären. Nach dem schön ausgestatteten, klar und mit Wärme geschriebenen Buch von Bogdanowitsch<sup>2)</sup> erscheint nunmehr die wirkliche Gebirgsketten-Natur desselben als unbestreitbar. Es setzt sich nach ihm aus mehreren, teils parallelen, teils sich ablösenden Ketten zusammen, die alle ein Streiehen gegen ONO zeigen, bis sie in der Gegend der Quellen des Tshertshen-Flusses allmählich eine Umbiegung nach Osten zeigen. Hier ist eine breite Lücke, jenseits deren ein anderer Zug die Richtung fortsetzt, um endlich in den Altyn-tag überzugehen. Gerade der Abfall zum südlichen Hochlande wird wiederholt als ganz besonders steil und wallartig geschildert, sodaß sich dieser Kettenzug von dem letzteren ganz unzweifelhaft abhebt.

Die gegenwärtig vorliegenden beiderseitigen Thatsachen zwingen zu dem Schlufs, es streiche das im Osten festgestellte geradlinige Kwen-lun-System in unveränderter Richtung in dem Hochland von Nordwesttibet fort, bis es am Rande des Tarim-Beckens einer quergerichteten Gebirgsbildung begegnet. Die Ergebnisse der Expedition Pjewtsow selbst stützen mehrfach diese Ansicht. Die Berichte Roborowski's<sup>3)</sup> sowohl, wie diejenigen von Bogdanowitsch über die Vorstöße ins Innere, berichten übereinstimmend, daß das Hochland hinter der Russischen Kette in unverkennbarer, höchst charakteristischer Weise eine tektonische Parallelstruktur zeige. Eine grofse Menge kleinerer Kettenzüge, von wenigen bis zu einigen hundert Metern Erhebung, streichen in westöstlicher Richtung dahin. Auch die mächtige Akka-tag-Kette, die Westfortsetzung des Prshewalski-Gebirges, die Bogdanowitsch auf einem Vorstofs im 87. Meridian mitten auf dem Hochland erreicht und bestiegen hat, zeigt die West-Ostrichtung.

---

<sup>1)</sup> S. die Karte des Prinzen Heinrich von Orléans im Bulletin d. l. Soc. de géogr., Paris 1892.

<sup>2)</sup> Arbeiten der tibetischen Expedition im Jahre 1889—90 unter Leitung von M. W. Pjewtsow Bd. II. St. Petersburg 1892 (russisch).

<sup>3)</sup> Proceed. R. Geogr. Soc. London, 1891, S. 99 ff.

Einen ähnlichen Parallelismus zahlloser kleiner und größerer Hügelstreifen mit einigen großen Gebirgsketten dazwischen kann man auch aus den Ergebnissen der Expedition Bonvalot's<sup>1)</sup> entnehmen. Wie jene Gebirgsketten der Kwen-lun-richtung sich mit derjenigen der russischen Kette auseinandersetzen, muß noch dahingestellt bleiben, bis die Stellen des Anscharens der großen Züge besucht und geologisch durchforscht sind. Einstweilen muß ich mich einer Ansicht zuneigen, die ich schon früher als möglich wenn auch fremdartig bezeichnet habe,<sup>2)</sup> und die auch Bogdanowitsch gewonnen zu haben scheint, nämlich daß jene russische Kette ein dem Kwen-lun-System fremdes Gebilde sei.

Als große Kwen-lun-Kettenzüge unter den kleineren erscheinen auf der Reiselinie Bonvalot's, d. h. zwischen dem 89. und 90. Meridian, auf dem vor seiner Reise noch unbekannten Gebiet des inneren Hochlands, also südlich von der Moskau-Kolumbuskette und dem See Tshom-kum-kul, drei, die ohne Zweifel Fortsetzungen von den weiter im Osten festgestellten großen Ketten sind. Die erste von Norden ist die Fortsetzung des Prshewalski-Gebirges, weiter im Westen von Bogdanowitsch als Akka-tag wieder gefunden. Die zweite ist die Crevaux-Kette, in der man der Lage nach die Kukushili-Kette Prshewalski's wieder trifft, und endlich die Dupleix-Kette, die wohl zweifellos eine Beziehung zu dem «Tan-la» Prshewalski's, dem «Dangla» Krishna's, hat.

**Die Centralkette.** Über den letzt erwähnten großen Kettenzug noch einige nähere Ausführungen.

Unabhängig von einander und fast gleichzeitig entdeckten die beiden soeben genannten Forscher zwischen 91 und 91½ ö. v. Gr. und unter 32° 40 bis 50' n. Br. ein breites, mächtiges Kettengebirge in ausgeprägtester Kwen-lun-Streichrichtung. Ich wagte auf meiner Übersichtskarte des Kwen-lun 1891<sup>3)</sup> dieses Gebirge mit dem bekannten Kettenzuge des westlichen Kwen-lun, der sich im 82sten Meridian nach Osten zu in das unbekannte Hochland verliert, zu einem Zuge zu verbinden, den ich zwischen dem Yarghia-dzangbo und dem Katsi-ulan-muren, sowie zwischen dem Ike Namur-noor und den parallelen Flüssen des chinesischen Itinerars von Keria nach Lassa durchführte. Von der damals beigegebenen Begründung<sup>4)</sup> möchte ich hier nur ein paar Hauptpunkte kurz wiederholen. Prshewalski hatte die Existenz einer Fortsetzung der Gebirge von Keria nach Südosten über den 82sten Meridian hinaus erkundet. In der That unterstützt auch die chinesische Karte die Annahme eine solche Fortsetzung in der Angabe des Tsa-tsa-Dawan und der im Nordosten des Ike Namur-noor

<sup>1)</sup> Aus der genannten Karte des Prinzen, sowie aus dem Buche Bonvalot's: *De Paris au Tonkin à travers le Tibet inconnu*, Paris 1892.

<sup>2)</sup> Zeitschrift d. Gesellsch. f. Erdk. 1891, S. 231 a. 2.

<sup>3)</sup> a. a. O., Taf. 6.

<sup>4)</sup> a. a. O., S. 243 ff.

in der Kwen-lun-Richtung dahinziehenden Gebirge. Nördlich von diesen und dann in derselben Richtung weiter nach Ostsudost verläuft ferner die Linie der Strafe Kiën-lung's, und die längs derselben angeordneten parallelen Flussläufe und Seen, die so augenfällig von einer großen einheitlichen Bildung des Bodens abhängen, fordern etwa bis zum 87sten Meridian hin die Annahme eines Gebirgszuges, von dessen Flanken sie herabrinnen, geradezu heraus. Man darf diese Folgerung um so sicherer machen, als Klaproth's Karte, wie sich der Leser erinnert, in dem damals unbekannten Gebiet noch ein zweites ganz ähnlich aussehendes Itinerar mit derartigen aufgereihten Flußstücken besitzt; dieses aber hat sich bereits als die Strafe herausgestellt, die durch das südliche Tsaidam an dem Fuß eines gewaltigen, fortlaufenden Zuges, des Burchanbudda und seiner westlichen Fortsetzungen, entlangläuft, und die sonderbaren Züge der chinesischen Karte sind durch die Feststellung dieser riesigen Gebirgsmauer nicht nur bestätigt, sondern sie sind plötzlich mit Leben und Verständlichkeit erfüllt worden. Ein Gleiches verlangt das noch erheblich überzeugender gestaltete Itinerar des Westens auch.

Weiter im Osten, vom 89sten Meridian ab, bürgte der Lauf des Katsi-ulan-muren dafür, daß wenigstens nur wenig nördlicher noch Kwen-lun-Struktur den Boden beherrsche. Zwischen diesem und dem Yarghia-dzangbo giebt die chinesische Geographie als Wasserscheide das Bassa-tungram-Gebirge, das nach dem zugehörigen Ta-Tsing-i-tung-tshi mit seiner Ostfortsetzung, dem Nomkhun-ubashi-Gebirge, eine und dieselbe Kette bilde. Letzteres ist aber identisch mit den in Kwen-lun-Richtung ziehenden Tan-la Prshewalski's; man durfte daher auch vom Bassa-tungram eine Zugehörigkeit zum Kwen-lun-parallelismus vermuten. Eine Verbindung dieses letzteren mit dem Gebirge des Itinerars lag dann auf der Hand.

Das Terrain meiner Karte war fertiggestellt, aber die Ausgabe noch nicht geschehen, als bereits die ersten Nachrichten der Expedition Bonvalot's die Entdeckung des mächtigen Duplex-Gebirges meldeten, das unter dem 80sten Meridian und etwa einen Grad nördlicher als das Tang-la-Gebirge von Ostsudost nach Nordnordwest streicht. Ist hierdurch nunmehr die angenommene Kette im Osten als bestätigt anzusehen, so erfuhr sie allem Anschein nach ein gleiches im Westen durch die neueste Expedition von Bower und Thorold, denn als das Hauptergebnis derselben wird in den kurzen bisher kund gewordenen Nachrichten<sup>1)</sup> angegeben, daß die Reisenden auf ihrer Fahrt über die Hochflächen im Nordosten von Ladak etwa unter 35° ö. Breite und 83° Länge eine riesige Schneekette entdeckten.<sup>2)</sup> Somit ist die Existenz des gewaltigen, im wesent-

<sup>1)</sup> Proceedings R. Geogr. Soc. London 1892, S. 319 f.

<sup>2)</sup> Auch Nain Singh giebt als Erkundigung an, daß man von Thokdaurakpa (32° n. Br., 85° 15' L. v. Gr.) gegen Nordwesten nach zwanzigtätiger Wanderung an ein hohes Schneegebirge gelange (Journ. R. G. Soc. London 1877, S. 98).

liehen geradlinigen Kwen-lun-Zuges vom Pamir-Gebirge bis jedenfalls zum 92sten Meridian wohl als sicher anzusehen. Dieser Kettenzug ist zugleich, wie wir sehen werden, der höchste und imposanteste des ganzen Systems.

Auf dem Profil Sha-tshou-Lässa konnte im Bereich des tibetischen Hochlands im allgemeinen von Norden nach Süden ein stufenförmiger Anstieg der Meereshöhen der einzelnen Verebnungen zwischen den großen Kettenzügen bis zum Tangla hin festgestellt werden.<sup>1)</sup> Das innere Hochland, das von dem Mareo Polo-Kettenzug an gerechnet wird, zeigte 4200—4500 m Grundflächenhöhen; auch die Mittelhöhe der darüber aufragenden Ketten nimmt zu, der höchste überschrittene Pafs war eben der Tang-la-Pafs mit 5010 m. Sowohl aus der Karte Prshewalski's, wie aus seiner Beschreibung<sup>2)</sup> geht die überragende Bedeutung dieser Gebirgskette hervor. Sie ruht auf dem höchsten Teil des Hochlands und wölbt sich hier in breiter, sanft ansteigender Masse, auf deren First eine etwas ausgeprägtere Kette von Schneekuppen dahinzuziehen scheint. Prshewalski giebt diesen letzteren 5700—6000 m. Im Süden des Tang-la erfolgt dann der Abstieg; man kommt rasch zu den bewohnbaren Gegenden des Dalai-lama-reiches; Lässa hat nur noch etwa 3600 m.

Noch ausdrücklicher als herrschende Kette erscheint das Dupleix-Gebirge auf der Linie Bonvalot's in der Schilderung der Reisenden. Aus dem Umstand, daß die Quellflüsse des Murui-ussu noch von Westen her kommen, konnte man hier von vornherein eine noch größere Höhenlage als auf der Linie Sha-tshou-Lässa folgern. In der That geben die Reisenden auch an, daß ihre Lagerplätze vom Tshom-kum-kul südwärts immer höher, von 4000 auf 5000, ja nahe an 6000 m stiegen. Am Fuß der mächtigen Kette angelangt, von der ein ausgezeichnetes, eindrucksvolles Bild nach einer Photographie des Prinzen von Orléans gegeben wird,<sup>3)</sup> entsinkt den erschöpften und von der Bergkrankheit gequälten Männern der Expedition das Herz bei dem Gedanken, diesen Wall überschreiten zu sollen. Auf einem 6000 m hohen Pafs zur Seite eines auf 8000 m geschätzten Piks erfolgt dann der Übergang. Südlich davon steigt der Boden wieder herab, der Tengri-noor hat 4600—4800 m.

Betrachten wir ferner das westlichste Stück des Kettenzuges, so ist lange bekannt, daß es die ungeheure, nur von der Mustagkette noch übertroffene Kammhöhe von 6000 m aufweist; der höchste (durch die indische Triangulation) gemessene Gipfel wird auf 6820 m angegeben.<sup>4)</sup> Was endlich den Mittelteil betrifft, so fehlt uns eine genauere Messung. Die Höhenlagen der Hochebenen am Wege Nain Singh's zwischen Leh und Lässa sind ungefähr 4600 m. Daß dieselben nach

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 1891. S. 257 ff., 289.

<sup>2)</sup> Prshewalski, Reisen in Tibet, 1879—80, deutsch v. Stein-Nordheim, S. 131. Vgl. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. 1891, S. 267.

<sup>3)</sup> Tour du Monde 1891, S. 343.

<sup>4)</sup> Pik K<sup>17</sup> = 22 374' (s. Walker's Karte: Turkestan usw. 4 Blatt in 1:2 027 520. 1878).



Norden zu bis zu unserer Kette hin nicht abnehmen, geht schon aus der wasserscheidenden Stellung derselben hervor.<sup>1)</sup> Der etwa 150 miles nördlicher verlaufende Reiseweg Bower's soll über 5000 m hoch gelegen sein. Dem Hor-Batu-See im Süden des oben erwähnten, von ihm entdeckten Gebirges giebt er eine Höhenlage von 17 930'.<sup>2)</sup> Dem Gebirge selbst einen Pik von anscheinend noch außerordentlicherer relativer Höhe. Auf der anderen, nördlichen Seite des Gebirges hat Dutrcuil de Rhins zwischen den Quellen des Keria-darya und des Saryk-tus eine Durchschnittshöhe von 5000—5800 m festgestellt.<sup>3)</sup> Wir werden also gewiss nicht zu hoch greifen, wenn wir dem ganzen Kettenzuge eine zwischen 6000 und 5000 m verharrende Kammhöhe zuschreiben. Da die Kette vom 82. Meridiane nach Osten das sich verbreitende Hochland mitten durchzieht, wie die Rippe eines Blattes, und da sie orographisch die beherrschende Stellung im Innern desselben einnimmt, so wird man sie nicht unrichtig als die tibetische Centralkette kennzeichnen können.

Noch ein Wort über ihre landschaftliche Gestaltung. Der größere Teil ihres Verlaufs fällt in ein durchaus centrales Gebiet. Bis zum 89. Meridian schiebt der Yangtse-kiang nach der chinesischen Karte seinen westlichen Quellfluß vor. Zeichnet man Bonvalot's Itinerar in diese Karte ein, so läßt es die Quellen der anderen Quellflüsse unberührt im Osten, diesen aber schneidet es noch, etwa unter  $35\frac{1}{2}^{\circ}$  Breite. Nun hat Prshewalski festgestellt, daß das von ihm besuchte Gebiet des Murui-ussu zwar in der Linienführung durchaus der chinesischen Karte entspricht, aber in der Breitenlage gegen diese um ungefähr einen Grad nach Süden verschoben werden muß. Dehnt man diese Erkenntnis, wie doch augenseheinlich geschehen muß, mit auf den Katsi-ulen-muren aus, so rückt der Schnittpunkt von Bonvalot's Route mit ihm auf  $34\frac{1}{2}^{\circ}$  Breite hinab, und in der That hat hier die Expedition einen stattlichen Fluß, den einzigen in dieser Gegend, gekreuzt, welcher in einem breiten Thale nach Osten floß. Bis hierher also reicht das Gebiet des Abflusses zum Meere und der Osten unseres Kettenzuges gehört also diesem Gebiet an. Aber freilich der Einfluß dieses Umstands auf die landschaftliche Gestaltung ist hier äußerst geringfügig, wir haben die centralen Formen hier in vollster Ausbildung, wie aus Prshewalski's Schilderung klar hervorgeht. Das Gebirge, fast bis zum Kamm in ungeheure Schuttmassen eingehüllt, ist breithin gelagert, die Gehänge und Übergänge sind sanft, und

<sup>1)</sup> Nur am Nordfuß in der Gegend des Itinerars möchte ich eine etwas tiefere Depression vermuten, die die Kette, ähnlich wie das Taidam oder das Sternenmeer ihre Randketten, begleitet. Die benannten Örtlichkeiten längs dem Itinerar deuten auf bemerkenswert günstige Lagerplätze, wenn nicht vielleicht vorübergehendes Bewohntsein hin. Eine Senke auf der Südseite scheint in dem Seengebiet des Yarghia-dzangbo vorzuliegen, wie man aus einer aufmerksamen Lektüre Bonvalot's abnehmen kann.

<sup>2)</sup> S. Proceed. a. a. O. In der hier entdeckten «Seenkette» wird augenseheinlich die Gruppe des Ike Namur-noor ebenso bestätigt, wie durch Bonvalot diejenige des Yarghia.

<sup>3)</sup> S. Compu Rendu d. l. Soc. de géogr., Paris 1892, S. 10.

trotz der Höhe trägt der Kamm nur in unzusammenhängenden Inseln Schneebedeckung. Der Westen der Kette gehört zum Abflusssystem des Tarim, der zwar nicht zum Weltmeer gelangt, aber doch einst zu einem Binnenmeere abströmte und der noch heut an sich kräftig genug ist; hier gelangen daher die centralen Landschaftsformen nicht so völlig zur Herrschaft. Wir haben mächtige Steilabstürze, tiefe Schluchten, auch wohl spitzige Gipfelformen; im allgemeinen zeigt aber die verhältnismäßig geringe Aussehartung (Gipfel von nur 6800 m Höhe bei 6000 m Kammlinie) und der wallartige Verlauf doch auch eine starke Wirkung der in centralen Gebieten thätigen Umbildungsgesetze. Die Landschaftsformen des Zwischenteils kennen wir noch nicht, können aber hier in dem wirklich ganz centralen Gebiete die vollkommenste Ausbildung der Centralität erwarten. —

So zieht die tibetische Centralkette in gewaltiger Längerstreckung im Herzen des asiatischen Kontinents dahin; an geologischem Alter zählt sie mutmaßlich zu den ältesten Zügen im Antlitz der Erde; ihr Felsbau ist gegenwärtig fast begraben unter den Trümmern ihrer eigenen, einstmals in noch unendlich viel großartigeren Formen aufragenden Gipfel, und dennoch ist sie noch immer eine der riesenhaftesten Gebirgsketten Asiens, die stolze Firstlinie des erhabensten Hochlands der Erde.

Berlin, im Januar 1893.







G. Fest

Author

Title Festschrift Ferdinand von Richthofen zum sechzigsten Geburtstag AM 5. Mai, 1893.

UNIVERSITY OF TORONTO  
LIBRARY

Do not  
remove  
the card  
from this  
Pocket.

Acme Library Card Pocket  
Under Pat. "Ref. Index File."  
Made by LIBRARY BUREAU

UTL AT DOWNSVIEW



D RANGE BAY SHLF POS ITEM C  
39 15 03 21 08 013 5